UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1937-1938. - N° 3

DE LA MICROBIOLOGIE DU PAIN

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le mercredi 17 Novembre 1937

PAR

HENRI-MAX LAMBERT

Ancien Interne provisoire des Hôpitaux

Lauréat de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux

(Prix Fauré)

Né à COUTRAS (Gironde) le 19 Février 1910

Examinateurs de la Thèse

MM. LEURET E., professeur..... Président.
LABAT, professeur.....
PIÉCHAUD, agrégé..... Juges.
DERVILLÉE, agrégé.....

SAINT-ANDRÉ-DE-CUBZAC

IMPRIMERIE BOEHLINGER

1937

ERRATA

P. 32, *lire* : mieux adaptée *que* le travail sur levain...
id : des bacilles associés *du* levain...
P. 34, *lire* : Actuellement il existe *plusieurs* manières...
P. 45, *lire* : au Laboratoire d'Hygiène *de la Faculté de Médecine*...
P. 48, *lire* : ressemblant à de gros cocci *de taille souvent variable*...
P. 60, *lire* : la température intérieure du pain.
P. 65, *lire* : La culture et le Ziehl de ces *lésions* ont été négatifs.

UNIVERSITÉ DE BORDEAUX

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE

1937-1938. - N° 3

DE LA MICROBIOLOGIE DU PAIN

THÈSE POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

présentée et soutenue publiquement le mercredi 17 Novembre 1937

PAR

HENRI-MAX LAMBERT

Ancien Interne provisoire des Hôpitaux

Lauréat de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux

(Prix Fauré)

Né à COUTRAS (Gironde) le 19 Février 1910

Examinateurs de la Thèse

MM. LEURET E., professeur ..... Président.
LABAT, professeur ..... } Juges.
PIÉCHAUD, agrégé ..... }
DERVILLÉE, agrégé ..... }

SAINT-ANDRÉ-DE-CUBZAC

IMPRIMERIE BOEHLINGER

1937

FACULTÉ DE MÉDECINE ET DE PHARMACIE DE BORDEAUX

DOYEN : M. MAURIAC.

ASSESSEUR : M. LABAT.

DOYEN HONORAIRE : M. C. SIGALAS.

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. POUSSON, MOURE, RIVIÉRE, BARTHE, DENIGÈS, BEILLE, CASSAËT, CHAVANNAZ, PACHON, C. SIGALAS, SABRAZÈS, BÉGOUIN, DUPOUY.

PROFESSEURS :

	MM.
Clinique médicale	MAURIAC.
id.	DUPERIE.
Clin. chirurgicale et gynécologique	GUYOT.
Clinique chirurgicale	PAPIN.
Pathologie et thérapeutique générales	CARLES.
Clinique d'accouchements	ANDERODIAS.
Anat. pathol. et micros. clinique	DAMADE.
Anatomie	VILLEMIN.
Anatomie générale et histologie	G. DUBREUIL.
Hygiène	LEURET.
Médecine légale et déontologie	LANDE.
Electroradio. et clin. d'électri. méd.	RECHOU.
Chimie	CHELLE.
Botanique et matière médicale	GOLSE.
Pharmacie	VITTE.
Physiologie	FABRE.

	MM.
Zoologie et parasitologie	MANDOUL.
Médecine expérimentale	AUBERTIN.
Clinique ophtalmologique	TEULIERES.
Clin. chirurg. infantile et orthopédie.	ROCHER.
Clin. méd. des maladies des enfants.	CRUCHET.
Chimie biologique et médicale	MACHEBŒUF
Physique médicale et pharmaceut.	WANGERMEZ
Méd. colon. et clin. des mal. exot.	BONNIN.
Clin. des malad. cutan. et syphil.	PETGES.
Clinique des maladies des voies urin.	DUVERGEY.
Clin. des malad. nerv. et mentales.	ABADIE.
Clinique d'oto-rhino-laryngologie	PORTMANN.
Toxicologie et hygiène appliquée	LABAT.
Hydrologie thérapeut. et climatol.	CREYX.
Clin. odonto-stomatologique	DUBECQ.

MM. LACOSTE (Histologie), PERY (Obstétrique), PERRENS (Maladies mentales) R. SIGALAS (Parasitologie et sciences naturelles), JEANNENEY (Chirurgie générale).

AGRÉGÉS EN EXERCICE :

	MM.
Anatomie	N.
id.	DUFOUR.
Physiologie	N.
Médecine générale	PIECHAUD.
id.	Delmas-Marsalet
id.	DE GRAILLY.
id.	FONTAN.
id.	BROUSTET.
id.	DERVILLEE.
id.	N.
Chirurgie générale	CHARRIER.

	MM.
Chirurgie générale	LOUBAT.
id.	MASSE.
id.	DARGET.
id.	N.
Obstétrique	RIVIERE.
Ophtalmologie	BEAUVIEUX.
Oto-rhino-laryngologie	DESPONS.
Dermatologie et syphiligraphie	JOULIA.
Physique médicale	N.
Chimie générale pharmac. et toxi.	N.

COURS COMPLÉMENTAIRES :

	MM
Anatomie	J. BEAUVIEUX.
Physiologie	N.
Médecine opératoire	JEANNENEY.
Accouchements	RIVIERE.
Pathologie médicale	Delmas-Marsalet
Puériculture	FAUGERE.
Pharmacie galénique	N.
Zoologie et parasitologie	R. SIGALAS.

	MM.
Physique médicale et pharmac.	N.
Médecine légale	DERVILLEE.
Urologie	DARGET.
Botanique	GIRARD.
Bactériologie	MOUREAU.
Législation pharmaceutique	POPLAWSKI.
Chimie minérale	N.

Ophtalmologie ..... MM. CABANNES (en congé)

Orthop. chez l'adulte, pour les accidentés du travail, les mutilés de guerre et les infirmes. N.

Le Secrétaire de la Faculté : ROUGERIE

Par délibération du 5 Août 1879, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les Thèses qui lui so présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle entend ne leur donner approbation ni improbation.

R. UNIV. BIBLIOTHEEK LEIDEN

A LA MÉMOIRE DE MON ONCLE BARRÉ

A MES PARENTS

A MA TANTE BARRÉ

Je vous dédie aujourd'hui ce modeste travail, bien faible témoignage de sincère affection et de profonde reconnaissance, en échange de beaucoup de tendresse, de dévouement et de sacrifices.

A MA GRAND'MÈRE

A MA SŒUR ET MON BEAU-FRÈRE

A MES FRÈRES

A TOUS MES PARENTS ET A TOUS MES AMIS

AU DOCTEUR J. BENTÉGEAT

A MES MAITRES DES HOPITAUX
ET DE LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE BORDEAUX

A MES JUGES

A M. le Professeur Agrégé PIÉCHAUD

MÉDECIN DES HOPITAUX
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
CROIX DE GUERRE
OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Mon cher Maître, veuillez trouver ici un gage d'affectueuse reconnaissance pour votre enseignement, vos conseils, et pour l'amabilité avec laquelle vous nous avez toujours accueillis, mes parents et moi.

A MON PRÉSIDENT DE THÈSE

M. LE PROFESSEUR E. LEURET

PROFESSEUR D'HYGIÈNE
MÉDECIN DES HOPITAUX
MÉDECIN CHEF DU SANATORIUM XAVIER ARNOZAN
MÉDAILLE D'ARGENT DE L'ASSISTANCE PUBLIQUE
MÉDAILLE DES ÉPIDÉMIES
CHEVALIER DE LA LÉGION D'HONNEUR
OFFICIER DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

Veuillez accepter ce travail en hommage de respectueuse gratitude pour votre enseignement, pour les soins que vous avez bien voulu nous donner, et l'honneur que vous nous faites aujourd'hui de présider notre thèse.

Qu'il nous soit permis de remercier ici ceux qui nous aidèrent dans notre étude : M. le Professeur agrégé PIÉCHAUD, qui en est l'instigateur, M. le Professeur LABAT qui nous a mis dans la bonne voie, M. DANGOUMAU, Directeur du Laboratoire Municipal de Biologie de Bordeaux, M. le Professeur AUBERTIN, M. l'Abbé DUBAQUIÉ, Directeur de la Station agronomique de Bordeaux, pour leur précieuse documentation, M. J. BENTEGEAT, pour son aide au cours de notre expérimentation.

Enfin, nous ne saurions trop remercier M. le Professeur E. LEURET d'avoir bien voulu nous apporter tout son concours.

INTRODUCTION

A Rome, le peuple réclamait autrefois le pain et les jeux de cirque: *Panem et Circenses*. Aujourd'hui, en France, certains partis politiques mettent en tête de leurs programmes électoraux « Le Pain, la Paix, la Liberté ». Dans cette courte phrase, le mot "pain" est un symbole: il montre que le pain est l'essentiel de la nourriture de la majorité du peuple français.

L'Hygiène alimentaire est en effet dominée par la question du pain. Le pain constituait autrefois la nourriture quasi-exclusive du paysan de France, qui était alors vigoureux et résistant. Actuellement, et peut-être parce qu'il a perdu une partie de ses qualités premières, le pain n'est plus consommé en quantité égale. Le consommateur éprouve d'instinct le besoin de remplacer ce qui lui manque par une nourriture variée.

Citons quelques chiffres empruntés au Docteur René Lamarque dans son article intitulé « Le problème médical du pain et de la panification » de « La Gazette Hebdomadaire des Sciences Médicales de Bordeaux ».

En France, la consommation annuelle du pain par tête d'habitant a diminué de 1/7, elle est passée de 224 kilos avant la guerre à 195 kilos après la guerre.

En 40 ans environ, et pour la période qui s'étend de 1893 à 1933, la production du blé a plus que doublé. 525 millions de quintaux en 1893, 1.200 millions en 1933. La population du globe n'a pas suivi une courbe d'augmentation comparable.

« De même M. Renon a établi que dans les services de l'Assistance Publique, la consommation de pain qui était en 1913 de 435 grammes par tête et par jour, n'était plus en 1931 que de 269 grammes.

Paul Dechaume estime qu'en 1913, la France consommait 12 à 13 millions de quintaux de blé de plus qu'aujourd'hui, cette diminution dans la consommation, malgré la surproduction du blé, provient de ce que l'on produit actuellement du pain ne correspondant pas au désir des consommateurs et aux vœux des médecins. On ne peut interpréter autrement le revirement si brusque dans l'envie de consommation de pain alors que, depuis des siècles, l'homme n'a cessé de manifester son attachement au pain et ses efforts pour en améliorer la qualité »

Il n'est pas facile de connaître exactement les raisons pour lesquelles le pain a perdu cette royauté. La cause en est-elle aux farines qui ont perdu une partie de leurs qualités anciennes ? ou bien réside-t-elle dans la mauvaise digestibilité du pain, qui fabriqué très rapidement, peut avoir perdu certaines qualités intrinsèques qui en faisaient un aliment de choix.

Ou bien faut-il incriminer les fours qui, autrefois chauffés avec des bois d'essences variables sont actuellement chauffés à la vapeur, au gaz d'éclairage, voire même au mazout ?

Le minotier procède souvent à un triage des produits qui appauvrit sa farine panifiable d'éléments nutritifs. Chacune de ces trois raisons a sa part dans la disgrâce du pain.

Mais est-ce vraiment une disgrâce ?

Nous avons l'impression que le pain est considéré actuellement, dans les milieux riches et aisés, non comme un aliment de base, mais comme le vestige d'une ancienne coutume. On mange encore du pain, mais si peu (surtout pour éviter de grossir), pour faire comme toujours on a fait. La variété des mets est grande, mais un repas ne saurait être complet si l'on n'avait pas le pain pour l'accompagner.

Dans les milieux pauvres, le travail pénible que l'homme et la femme même accomplissaient autrefois, avant l'ère des machines, obligeait à puiser dans l'aliment le plus économique et le mieux adapté à ce rôle, le nombre de calories nécessaires à l'entretien de la machine humaine.

Quels reproches les médecins font-ils au pain ?

D'abord, le pain serait le véhicule de germes microbiens apportés par la farine, par la levure ou le levain, par les manipulations diverses dont la pâte est l'objet, depuis sa fabrication jusqu'à sa

transformation en pain, enfin par les souillures diverses que la miche risque de recevoir jusqu'à sa consommation.

Ensuite les médecins pensent, d'une manière peut-être un peu vague, que le travail rapide sur levure modifie les réactions biologiques et chimiques de la pâte dans un sens défavorable, et que le pain ainsi fait retient une quantité d'eau préjudiciable au consommateur.

Enfin, que la farine actuelle, trop blutée, est appauvrie en constituants de première importance (phosphates, vitamines, protéines) depuis l'extension et la généralisation des procédés de mouture à cylindre.

Le premier de ces reproches n'est pas certes dénué de fondements : le pain peut être le véhicule de microbes, nous nous attacherons à démontrer pourquoi et comment ; nous tirerons de nos remarques les conclusions qui en découlent logiquement.

La question est extrêmement complexe. Toute une série de problèmes se pose immédiatement, qui ne peuvent être résolus que par des années de recherches et d'expérimentation.

Le but de notre travail, qui n'est qu'une petite partie de ce tout, sera de montrer si la levure et le levain contiennent des microbes, si le pain sur levain ou le pain sur levure sont stériles après cuisson. Car le pain est encore l'aliment essentiel de la majorité du peuple français, surtout des travailleurs de la terre ou des usines. Il convient donc de ne pas laisser altérer un aliment aussi indispensable, mais au contraire d'apporter toute son application à mieux comprendre les intérêts en présence, les désiderata du public, les constatations des médecins et des expérimentateurs. Il doit être possible, sinon facile, d'obtenir un pain ayant toutes les qualités nécessaires. Et si, par malheur, cela n'est pas possible, il faut alors que les avis des médecins l'emportent sur les intérêts particuliers. Il faut aussi que les lois sociales actuelles souffrent quelques exceptions si la fabrication du bon pain l'exige.

La question est d'une importance capitale du point de vue de la santé de l'individu, et par suite, de l'avenir de la race. A. Loir a écrit à ce sujet : « Jusqu'à présent, une des caractéristiques du

Français a été d'être mangeur de pain ; ne laissons pas disparaître cette tradition qui a une influence probable sur notre évolution ». Et pourtant cette tradition est menacée par les fraudes et les fautes alimentaires, conséquence d'un progrès plus apparent que réel, et d'un appétit du gain aussi réel qu'apparent. C'est ainsi que la race humaine semble menacée dans sa force et son équilibre physique. Carrel, dans « L'Homme, cet inconnu » exprime à ce sujet ses craintes sur l'avenir de notre race.

Le problème est d'un intérêt constant. Un petit-fils de boulanger ne pouvait manquer de s'y intéresser.

*
* *

Après un historique rapide de la panification, nous étudierons dans un premier chapitre les qualités que doit posséder le bon pain, et la manière de le préparer.

Dans le deuxième chapitre, nous ferons un historique de la microbiologie du pain. Nous désirions n'envisager que les microbes du pain, mais au cours de la préparation de ce travail nous avons vu que la question des germes microbiens est inséparable de celle des levures. Tout en laissant ces dernières au second plan, nous serons obligés d'en tenir compte. Nous verrons ainsi la microbiologie de la pâte, nous étudierons la cuisson du pain, et ensuite la microbiologie du pain après cuisson. Le Bacille de Koch et le B. Mésentericus nous retiendront davantage.

CHAPITRE I

—

HISTORIQUE

L'art de faire le pain est aussi vieux que le monde. Il n'y a pas de date exacte à laquelle on puisse faire remonter la fabrication du pain de froment. La culture du blé fut déjà une manifestation de la civilisation, en rapport avec l'état intellectuel de cette époque lointaine.

Cette découverte fut comparable à celle du feu. Gottschalk fait remarquer que l'on peut faire remonter à ce moment-là le début de toutes les civilisations, à l'origine desquelles se trouve toujours la découverte d'une céréale : le riz dans la Chine et dans l'Inde, le maïs au Pérou et au Mexique, l'orge puis le froment en Chaldée et en Egypte. Il fallut l'aide du bœuf domestique pour réaliser la culture du blé.

L'art de la panification passa avec les époques par diverses phases de développement. Il est probable que, à l'origine, les céréales, d'abord poussant à l'état sauvage, puis cultivées et améliorées, furent consommées crues. Puis, on ne sait trop dans quel but, on eût l'idée de broyer le pain avec des pilons de pierre dans des mortiers de bois. Avec le mélange obtenu, qui ressemblait de loin à la farine actuelle, on a fait une sorte de bouillie de consistance variable suivant son degré d'hydratation.

Cette bouillie de céréales a encore subsisté dans certains pays : bouillies d'orge ou de sarrasin en Bretagne, bouillie d'avoine en Ecosse et dans les pays nordiques, de sarrasin en Russie, etc.

On fit une pâte, qui réduite en mince gâteaux et "cuite" fournit un aliment précieux en ce qu'il pouvait être préparé en provision et transporté au loin. Ces gâteaux n'étaient pas encore du pain, car ils n'étaient pas fermentés.

Puis, peut-être découverte par hasard, apparaît la fermentation qui transforme absolument la structure du gâteau primitif. Le pain ainsi préparé est levé, il est meilleur et plus salubre. La fermentation constitue un progrès incontestable. Elle semble due aux Chinois ; les Hébreux et Abraham la connaissaient aussi. Dans la Genèse, il est question en effet de deux sortes de pains : *panis*, le pain fermenté, et *azyma*, le pain non fermenté. La Bible indique que l'emploi du levain est courant à l'époque de Moïse. Ce qui le prouve, c'est que, lorsque Moïse prescrivait aux Hébreux la manière de manger l'agneau pascal, il leur interdisait l'usage du pain fermenté. La découverte du four est attribuée à un Egyptien. De l'Egypte, l'art de faire le pain passa en Grèce, puis en Italie. En Grèce, le boulanger s'appelait *arto poioi*, ou *arto kopoi*.

A Rome, Pline nous apprend qu'il y eut des boulangers appelés *fistores*, dès le V^e^ siècle.

Le boulanger devait moudre son grain: c'est pourquoi à Pompeï, on retrouve, non seulement le four et tous les ustensiles pour la panification, mais aussi les moulins.

Le Docteur R. Neveu écrit :

Il y avait des moulins à bras, des moulins à traction animale et aussi parfois de petits moulins transportables dont on se servait pour les armées en campagne, et dont le musée de Nantes conserve un très curieux spécimen.

Les moulins à eau existaient à Rome, ceux de la région du Janicule où se tenaient presque tous les boulangers étaient alimentés par un aqueduc qui venait du *Lacus Sabatinus*. Les auteurs rapportent même à ce sujet que nombre de boulangers ne se faisaient aucun scrupule de détourner l'eau à leur profit — ce qui leur valait d'ailleurs de fortes amendes — tant il est vrai que la cupidité de certains commerçants est de toutes les époques.

Les blés d'Italie étaient renommés pour leur blancheur, ce dont les Romains étaient fiers.

Mais, comme ils n'avaient pas suffisamment de froment blanc, les boulangers ne craignaient pas d'employer des farines de qualité inférieure, auxquelles ils ajoutaient de la craie de Puteoli ou parfois même du plâtre, comme cela se faisait en Afrique Romaine.

La farine d'autrefois n'était pas aussi fine que la nôtre ; le blé

concassé donnait des fragments dont les plus gros étaient éliminés par un tamis appelé *cribrum*.

Ces tamis furent quelquefois en crins de cheval, et c'est aux Gaulois que revient le mérite d'avoir fabriqué les premiers.

La qualité de la farine dépendait de sa blancheur et aussi de la grosseur de ses grains. La plus fine *flos silignis* était plus recherchée que la farine de troisième qualité qui donnait des pains impurs *panes sordidi, panes duri*.

S'il est vrai que les Romains fabriquaient du pain sans sel et sans levure, le plus souvent, ils mélangaient la farine avec de l'eau salée et du levain. Pline, dans son « Histoire Naturelle » livre XVIII-26-2, écrit : «Il est évident que les personnes qui se servent de pain levé sont plus vigoureuses».

Comment les Anciens faisaient-ils fermenter la pâte ?

Ce furent les Gaulois qui imaginèrent d'introduire de la levure de bière ou du moût de raisin en fermentation dans le pain : la galette devenait une boule plus ou moins aplatie. Est-ce dans le mot boule que l'on trouve l'origine de boulanger ?

Les contemporains de Pline employaient principalement le levain frais : ils pétrissaient un peu de farine et la laissaient aigrir. Mais à la saison des vendanges, on préparait du levain qui servait pendant très longtemps. C'était un mélange de millet ou de son avec du moût. On pétrissait, on exposait au soleil et on formait ainsi des petits pâtés que, au moment de faire le pain, on délayait dans un peu d'eau. Ce levain, gardé quelquefois pendant un an dans des vases clos, était le meilleur.

Parfois, le levain était remplacé par du jus de raisin ou de la levure de bière.

Le pétrin était en bois, en terre cuite ou en pierre. La pâte était pétrie aussi bien par des femmes que par des hommes. Quelquefois ce travail était effectué au son des flûtes, ainsi qu'en témoigne le groupe du Louvre. Les bas-reliefs ornant le tombeau du boulanger Vergilius Eurysaces situé à Rome devant la « Porte Maggiore » montrent bien les divers temps de la fabrication du pain dans l'antiquité.

Il paraît que des gants et une sorte de masque étaient fournis

aux pétrisseurs par certains grands propriétaires, pour que leur sueur et leur haleine n'altérassent point la pâte.

Avons-nous vraiment des motifs d'être fiers de notre époque moderne où certains boulangers continuent à pétrir, quoique ayant des maladies de peau, des maladies contagieuses du poumon ?

Le pétrin mécanique aurait existé à Pompeï. Une reproduction sur le Musée de Latran en fait foi. Les pétrins mécaniques utilisés à notre époque depuis une date relativement récente auraient eu ainsi un ancêtre, en vérité bien sommaire.

Ajoutons que le pain, une fois mis au four, était aspergé d'eau de temps en temps, quelquefois même plongé dans l'eau à sa sortie du four ; il était, paraît-il, plus digestible.

Le pain était considéré par les Anciens comme un aliment essentiel, parfois même comme un remède : avec de l'eau et de l'huile ou du miel rosat « il amollit les dépôts » ; avec du vinaigre, on peut préparer des topiques qui sont souverains contre les panaris et les durillons ; le pain sec au déjeuner est très efficace contre les rhumes. Dans le vin, c'est un excellent médicament pour guérir la tuméfaction des yeux. Enfin, brûlé, il a la propriété d'assainir les appartements et de chasser les mauvaises odeurs.

Il existait du temps des Romains de nombreuses variétés de pains, depuis le pain ordinaire jusqu'au pain spécial que l'on mangeait avec les huîtres — *panis ostréarius* —, en passant par le « pain-assiette » ou « tranchoir ». C'était un genre de pain que l'on utilisait en guise de plat ou d'assiette, pour poser et découper les aliments ; ces pains étaient humectés du jus des viandes et constituaient une sorte de gâteau fort apprécié. L'usage de ces « pains-assiettes » s'est maintenu jusqu'aux sacres de Louis XII et de Charles IX, où l'on présentait aux convives des tranchoirs en pain bis que l'on distribuait ensuite aux pauvres.

Aux XIIe et XIIIe siècles, la variété des pains de luxe ou de fantaisie n'était pas moins grande. Voici, d'après Rouyer, la nomenclature de quelques pains, en commençant par les plus délicats et les plus fins :

Pains du Pape, second, de la bouche, du chevalier, d'écuyer, de salle pour les hôtes, de pair, de valet, Truset, Triboulet, Forez, Maillan,

Denain, Salignon, du Saint-Esprit, de Noël, d'Etienne, Féodaux, de Chilly, Bourgeois, Bois blanc, bis, etc. On voit que le pain bourgeois n'était pas des meilleurs.

En date du 3 Frimaire An II, un arrêté de la Commune de Paris supprime toutes ces variétés ; il ne devait plus y avoir que le « pain de l'Egalité ».

Ainsi, nous avons vu toute l'importance que présentait le pain dans l'antiquité, et particulièrement dans l'antiquité gréco-romaine. Nous verrons que, avec des moyens différents, on fait actuellement un pain plus blanc, plus rapidement obtenu, et à meilleur compte. Du point de vue de l'hygiène, il ne semble pas que sa fabrication ait fait de très grands progrès : pas plus dans les modalités de sa fermentation, que dans le mode actuel de distribution, où le pain est aussi exposé au contact des microbes de l'extérieur qu'il pouvait l'être à l'époque des Romains ou des Grecs. Il n'est pas à l'honneur de notre instruction actuelle, fruit du génie de Pasteur, que le pain, aliment encore essentiel, soit exposé à des contaminations aussi massives.

LE BON PAIN

Qu'est-ce que le bon pain ?

C'est celui qui par ses propriétés organoleptiques, nutritives et digestives répond le mieux aux besoins de l'individu sain qui travaille, qui fait du pain, la base de son alimentation.

Il doit, avant tout, plaire au consommateur, le mettre en appétit par son aspect, son odeur, sa saveur. Il doit contenir en quantité suffisante des matériaux nutritifs tels que : albuminoïdes, hydrates de carbone, graisses, vitamines, sels, etc. *Il doit se maintenir frais plusieurs jours*, et se montrer parfaitement digestible.

Le bon pain se reconnaît aux qualités suivantes que Gottschalk a énumérées :

Le pain doit avoir un bel aspect : pour les pains de fantaisie, la croûte doit être dorée, brillante ; les « coups de lame » (petites incisions superficielles qu'on pratique au moment de la mise au four) doivent provoquer des nervures bien accentuées, à lèvres nettes, sans déchirure de la croûte.

La croûte ne doit pas être blanche. Elle doit être sonore quand on la percute, croustillante et fine. Ce sont là caractères d'importance secondaire, les suivants sont d'une autre valeur.

L'odeur du pain doit être agréable, rappelant celle de la noisette ; le pain fait sur levain ne doit pas avoir de relents aigres, celui qui est fait sur levure ne doit en rien rappeler l'odeur de celle-ci.

A la coupe, le pain doit présenter une texture régulièrement ouverte ; on ne doit pas y voir de parties compactes séparées par des yeux de gros diamètre, mais des cavités nombreuses et régulières qui en assurent la porosité. Dans le pain bien fait, les parois alvéolaires sont brillantes et translucides.

La mie doit être élastique, souple, spongieuse, de couleur légèrement crème, elle doit reprendre sa forme première lorsqu'on

cesse la pression après avoir rapproché les deux croûtes.

Le gros pain, soit fendu, soit rond, doit également être bien développé, sa texture doit aussi être bien ouverte, la mie ne doit pas s'émietter le lendemain de la cuisson.

Un pain répondant à ces conditions sera agréable à manger et se digèrera facilement, car il est parfaitement cuit et présentera une grande surface d'attaque aux sucs digestifs.

Le Professeur Armand Gautier donne à peu près les mêmes caractéristiques :

La mie doit être élastique, à larges cavités ; si le pain, étant refroidi, on le comprime modérément entre le pouce et l'index, la mie ne doit pas coller à elle-même, mais revenir lentement à son premier volume, elle ne doit pas s'attacher aux doigts qui la pétrissent. Il doit absorber beaucoup de liquide sans se délayer lorsqu'on le trempe. Il ne doit pas s'effriter sous le doigt. La couleur de la mie doit être blanc jaunâtre, très clair ; son odeur ne doit rappeler ni l'aigre, ni le moisi, ni le fermenté.

Toutes ces qualités qui font le bon pain, les trouvons-nous dans le pain que nous mangeons tous les jours ? Hélas, le pain de ville notamment, après 24 heures, est immangeable ; sa mie s'effrite, il rassit trop vite.

Doit-on croire d'ailleurs que le pain est d'autant meilleur qu'il est plus blanc ? Ce n'est pas là un critérium sûr. La couleur est très souvent fonction de l'origine du blé. A un même taux d'extraction, certains blés — les australiens, par exemple — donneront un pain plus jaune que nos blés indigènes. On sait, en outre, que les particules corticales contenues dans la farine et connues sous le nom de piqûre, contiennent une diastase spéciale, la tyrosinase qui, agissant sur la tyrosine — constituant des matières protidiques du grain — fournit des composés noirs par oxydation. Dès lors, plus une farine sera chargée en pigments des enveloppes, plus le pain qui en sera issu paraîtra coloré. La couleur du pain dénoncera ainsi à l'œil le moins averti les additions de farines basses. Le mélange est-il un bien, est-il un mal au point de vue de la nutrition ? On en dispute.

Certains hygiénistes, s'appuyant sur les analyses des différents produits de la mouture, constatent que, dans le grain de blé, la richesse en éléments nutritifs va en croissant du centre du grain

vers la périphérie. Quelques-uns d'entre eux réclament alors des farines comprenant l'intégralité de l'amande, assise protéique comprise ; d'autres vont plus loin et désirent du pain dit complet, c'est-à-dire fait avec la totalité du grain. Ils pensent ainsi récupérer à la fois des quantités appréciables de gluten, de matières minérales et de vitamines.

A ces exigences, les minotiers et les boulangers répondent que des farines ainsi fabriquées n'offrent aucune garantie de conservation, l'introduction massive des diastases particulières aux enveloppes provoque en effet, soit un rancissement rapide des huiles et des graisses de la farine, soit en présence de l'humidité naturelle ou accidentelle, une acidification due à l'action des lipases sur les esters gras, qui entraîne la désagrégation du gluten, rendant ainsi la farine impanifiable.

Il n'est pas inutile d'examiner sommairement si le fait d'introduire les farines basses périphériques et les enveloppes dans le pain, peut l'améliorer substantiellement. Nous n'étudierons à ce point de vue que l'apport minéral, protidique et les vitamines.

A) Apport minéral.

Les minéraux contenus dans le pain sont ceux de la farine. Or la farine provient de la mouture du grain de blé. Cette opération provoque l'écrasement du grain, sépare des enveloppes et du germe la partie centrale du grain appelée amande farineuse qui, écrasée, donne la farine. Les enveloppes et le germe sont rejetés dans le son.

Or l'amande farineuse contient du gluten, de l'amidon en presque totalité et peu de minéraux. Les enveloppes et le germe sont beaucoup plus riches en sels minéraux.

Les farines renferment donc, à des degrés différents selon le taux de leur blutage, de l'amande farineuse et des enveloppes en proportions infiniment variables.

Le dosage des matières minérales du grain de blé, montre qu'elles représentent 1,6 % du poids du grain.

Voici, d'après Lawes et Gilbert, les proportions relatives de ces minéraux :

Acide phosphorique	49.68
Phosphate de fer	2,36
Potasse	29.35
Soude	1,12
Magnésie	10,70
Chaux	3,40
Chlore	0,13
Silice	2,47

Remarquons tout de suite l'extrême richesse du grain de blé en phosphates et en potasse, et sa pauvreté en chaux. Il y a donc dans le grain de blé une disproportion considérable entre le phosphore et le calcium. Si donc on exclut de la farine la totalité des enveloppes, on exclut en même temps presque toutes les matières minérales si précieuses pour la vie de l'homme.

Or, ces matières minérales ne peuvent être détachées des enveloppes, et celles-ci apportent avec elles des diastases et des matières grasses plus nuisibles qu'utiles à la conservation de la farine, à sa panification et à l'aspect extérieur du grain.

De nombreux auteurs réclament malgré cela l'incorporation du son à la farine ; Graham leur répond :

Ceux qui, en se fondant uniquement sur l'analyse chimique soutiennent l'importance nutritive du son et blâment son élimination de la farine, devraient, pour rester fidèles à leur point de vue, nous inviter à manger du foin, de la paille d'avoine et des tourteaux de graines de lin, de coton, substances fort riches en éléments nutritifs.

Le pain blanc actuel apporte donc fort peu de matières minérales, et dans des proportions défavorables au maintien de l'équilibre physique de l'homme.

B) Apport protéique.

En ce qui concerne les protéines du froment, Fleurent a montré que, si nous considérons la valeur énergétique du gluten comparée à celle de l'amidon, elles sont très voisines : 3,68 pour les substances azotées, 3,88 pour les substances hydro-carbonées. On conçoit facilement que l'excès ou le défaut de gluten dans une farine altèrera peu son pouvoir énergétique total.

Terroine se place à un autre point de vue, et il envisage le métabolisme azoté comme contribuant uniquement à la satisfaction des besoins spécifiques qu'il classe ainsi :

Besoin d'entretien ;
Besoin de croissance ;
Besoin de production (poils, plumes et reproduction).

Considérant seulement les deux premiers besoins, nous envisagerons, dans le cas particulier des protéines du froment, ce que l'on doit attendre de cet aliment.

Mac Callum et Simmonds ont démontré que le blé, l'avoine, le maïs, le riz satisfont à l'entretien des animaux sur lesquels ont porté leurs essais.

Neumann, expérimentant sur l'homme, arrive aux mêmes conclusions.

D'après Terroine, la farine de céréale et le pain de froment renferment incontestablement un mélange de matières protéiques parfaitement capables de couvrir la dépense azotée endogène.

Les résultats sont moins bons pour les besoins de la croissance, et Hart et Mac Callum, Mac Callum et Simmonds, Visco sont d'accord pour reconnaître au blé une action positive mais insuffisante sur la croissance.

Cette dernière constatation conduit naturellement à la notion du degré d'aptitude des diverses matières protéiques nécessaires à la satisfaction des divers besoins azotés. Or, Thomas, recherchant sur lui-même combien 100 grammes d'azote de divers aliments pouvaient épargner d'azote à l'organisme adulte, a trouvé des différences très notables :

Aliment	Valeur d'utilisation
Bœuf	104,7
Lait	99,7
Pommes de terre	78,9
Farine de blé	39,5

Les chiffres sont en faveur des protéines animales.

Enfin, nous savons qu'au sein de l'organisme, les protéines subissent un processus de dégradation qui aboutit en définitive au stade des acides aminés. Ceux-ci, considérés du point de vue de leurs propriétés alimentaires, ont montré des qualités très inégales.

Ce qui frappe, quand on considère la composition des protéines du blé, c'est leur déséquilibre évident. Trop riches en acide glutamique, elles sont pauvres en lysine, facteur important de la

croissance, et renferment peu de tryptophane nécessaire à l'entretien.

Elles apparaissent comme l'une des matières les plus déséquilibrées que nous consommons.

En résumé, la mesure de la valeur énergétique du gluten montre sa légère infériorité par rapport à l'amidon.

Si, au point de vue qualitatif, les protéines du blé semblent pouvoir assurer l'entretien, une étude comparative montre leur faiblesse par rapport aux corps azotés animaux. Considérés comme facteurs de développement, les protéines du blé sont insuffisantes. On trouve l'explication de ce fait dans la mauvaise répartition et le déséquilibre de leurs acides aminés constitutifs.

Dès lors, une conclusion s'impose au point de vue alimentaire ; le gluten n'est pas un aliment de choix. Il est donc inutile de chercher à accroître sa teneur dans le pain que nous consommons. Cette teneur ne devra dépendre que de ses heureuses qualités plastiques et sera plus justement fixée par le boulanger que par l'hygiéniste. Actuellement, par une plus grande production et une répartition différente des richesses, nous assistons à une transformation de l'alimentation qui fait une plus grande part aux produits animaux. Les faits que nous venons d'exposer justifient cette évolution et expliquent en grande partie la sous-consommation actuelle du pain.

C) Vitamines.

Examinons maintenant ce qu'il faut attendre du pain, du point de vue de ces catalyseurs biologiques que l'on désigne sous le nom de vitamines.

On sait qu'il existe actuellement de très nombreuses vitamines. Il y a les vitamines A, B, C, D, E, P et K ; la vitamine B a pu être subdivisée en vitamines B_1, B_2, B_3... B6. Presque toutes les vitamines, liposolubles ou hydrosolubles, thermostables ou thermolabiles, résisteraient à 100 degrés pendant plusieurs minutes. Nous pouvons donc penser que les vitamines du pain sont celles de la farine.

D'après M. Dangoumau, ni la farine, ni le pain, ne sauraient

être dans l'alimentation animale et humaine des vecteurs intéressants de facteur A telle qu'elle est encore définie.

D'après le même auteur, les diverses vitamines B, présentes dans le blé, ont été étudiées par Bell et Mendel qui ont donné un travail systématique très intéressant sur la teneur des diverses parties du grain de blé en facteur B. Il ne serait pas exclusivement localisé dans le germe, mais y serait seulement plus concentré. Donc, le pain contiendrait des vitamines B.

De l'avis de tous les auteurs, la vitamine C antiscorbutique est absente du blé.

La vitamine D antirachitique est absente du grain de blé, mais celui-ci contient l'ergostérol qui, après irradiation par les rayons ultra-violets, devient la vitamine D. La farine de froment irradiée pendant un temps très court (5 minutes), guérit ou prévient le rachitisme expérimental du rat (A. Dangoumau).

Lœper pense que la vitamine E de reproduction existe en très petite quantité dans la farine.

La vitamine K serait présente dans le grain de blé.

En somme, la farine de froment actuelle contient très peu de vitamine A, plusieurs vitamines B, pas de vitamine C, beaucoup de provitamine D, très peu de vitamine E.

***

Ces vitamines suffisent-elles aux besoins de l'organisme vivant? Y suffiraient-elles, mélangées aux éléments minéraux, si l'on utilisait la farine entière pour la panification ?

Magendie a démontré le premier qu'un chien, nourri exclusivement de pain blanc, mourrait au bout de 50 jours, tandis qu'un autre, nourri exclusivement de pain de munition, jouissait d'une santé parfaite.

D'après Weil et Mouriquand, des pigeons nourris avec des gruaux meurent, tandis que le pain complet est leur nourriture idéale.

De jeunes souris nourries d'eau et de pain blanc ont présenté à Abelin des troubles divers d'avitaminoses. La vitamine A, introduite sous forme de carottes, ne produit aucune amélioration.

L'auteur pense que ces troubles sont dûs à la pauvreté du pain en vitamines, ainsi qu'à un déséquilibre du rapport calcium-potassium (il y aurait trop de K et pas assez de Ca), et du rapport calcium-phosphore (trop de P par rapport au Ca).

Schreiber en Allemagne donne des résultats comparables (Archirfür Hygiène C. R. in Office International d'Hygiène publique, Juillet 1934, nº 7). Des rats ont été nourris avec différentes sortes de pains : pain blanc commun, pain de seigle de l'Armée (farine de seigle blutée à 70 °/₀) et du pain de seigle de farine de seigle totale. Les rats, nourris avec du pain de l'Armée et du lait, se sont fort bien développés. Les rats, soumis au régime du pain blanc et du lait se sont développés moins bien ; ils ont montré des déformations rachitiques mises en évidence par la radiographie. Mais surtout, les animaux nourris seulement avec du pain de l'Armée et de l'eau, ou avec du pain blanc et de l'eau ont succombé avant 60 jours d'expérience. Ils ont présenté une mauvaise croissance, des signes d'avitaminose (xérophtalmie), du rachitisme (tuméfaction et déformations osseuses). Le groupe témoin nourri avec des graisses et de l'eau a succombé en grande partie pendant la période d'expérience, mais sans lésions rachitiques. Enfin, tous les rats, sauf un, soumis au régime du pain total et de l'eau, ont enduré toute la période d'expérience sans présenter de troubles pathologiques.

En clinique, Labbé a signalé le cas d'un officier démobilisé qui avait eu la fâcheuse idée de se nourrir exclusivement de pain ; il présenta le scorbut (avitaminose C). Little a signalé dans les mêmes conditions un cas de béribéri. Nous-même avons constaté un cas d'érythème pellagroïde chez une femme qui se nourrissait exclusivement de pain.

Kauffmann-Cosla, Vasilco et Simon Ocrin ont constaté que, chez le chien nourri exclusivement avec du pain blanc et de l'eau distillée, apparaissent des troubles dûs à la carence en vitamines, car, si l'on administre à ce chien des vitamines, on ne supprime pas la maladie.

Carrison a noté les mêmes faits.

Il semble donc que la cause des troubles ne réside pas seule-

ment dans une carence vitaminique, mais plutôt dans l'absence de certains ions (Kauffmann-Cosla-Vasilco et Simon Œrtu). Chez les chiens, l'administration de pain blanc a provoqué une augmentation de carbone urinaire, traduite par une élévation anormale du quotient $\frac{C}{N}\left\{\frac{\text{Carbone restant}}{\text{Azote total}}\right.$: 0,8, ce qui correspond à une oxydation cellulaire incomplète. Celle-ci, contrairement à ce qui est observé dans le diabète et dans l'avitaminose générale et surtout dans l'avitaminose B, n'est pas influencée par l'insuline.

L'absence totale ou la présence en quantités insuffisantes de certains ions, dans la ration journalière peut provoquer — de même que l'absence d'hormones ou de vitamines — des troubles graves dans l'oxydation cellulaire, et se manifester par l'accumulation, en quantités pathologiques des produits intermédiaires (qui ne sont plus dégradés complètement comme dans le processus physiologique) des trois groupes d'aliments (protéines, glucides, lipides). La présence de grandes quantités de ces produits intermédiaires dans les humeurs de l'organisme donne lieu à des actions toxiques ou des manifestations cliniques différentes.

Et c'est probablement à cette absence de catalyseurs (diastases et vitamines) qu'il faut attribuer certains cas d'anaphylaxie observés avec le pain blanc, par exemple, des cas d'urticaire rapportés par Pasteur Vallery-Radot et A. Barrieu, Ph. Pagniez et F. Coste. Le Cortex du froment désensibilisait les malades et se comportait comme s'il contenait une substance qui empêche l'urticaire provoquée par le froment décortiqué.

*
* *

Le pain de froment contient donc peu de sels minéraux et peu de vitamines, parce que la farine actuelle est privée des enveloppes qui en renferment la majeure partie.

L'Académie de Médecine, par son vœu du 17 Juillet 1934, et une campagne de presse, ont provoqué des essais de panification sur farine entière ; le pain complet fut lancé dans le public. A Paris, l'expérience dura quelques semaines, à Bordeaux quelques jours. Le pain ainsi fait contenant tous les sels minéraux, toutes les vitamines, toutes les graisses, tous les protides, tous les glucides du grain de blé, était gris et lourd. Un petit morceau suffisait à rassasier le consommateur.

C'est que le pain blanc actuel, aussi dépourvu qu'il soit en matières minérales, en graisses et en vitamines, est, lorsque sa fabrication est bonne, agréable, léger, digestible et presque aussi nutritif que tout autre.

*
* *

Boutroux rapporte à ce sujet les expériences de A. Meyer, publiées dans le « Zeit schrift für Biologie » en 1871.

Cet auteur a pris pour sujet d'expérience un jeune homme robuste possédant des organes digestifs parfaits et l'a nourri successivement avec diverses sortes de pains. Chaque jour on déterminait exactement la quantité de pain consommé et la quantité de matière fécale rejetée. Par l'analyse chimique du pain d'une part, et des matières fécales, d'autre part, on déterminait combien d'azote et de cendres étaient contenus dans le pain consommé, ainsi que dans les matières rejetées. On connaissait ainsi par différence les quantités de ces éléments qui avaient été résorbés.

Ces essais ont porté sur le pain blanc, le pain de farine entière et le pain de seigle (contenant de la farine de seigle, et de la farine de froment inférieure).

L'auteur a tiré de ses expériences que le pain blanc se présente avec une supériorité marquée sur les autres. Le pain de farine entière a donné trois fois plus de matières fécales sèches ; il a apporté à l'estomac plus d'azote et en a laissé moins dans le sang, il n'a donné lieu qu'à une assimilation insignifiante de substances minérales. Le pain blanc en a laissé 40 fois plus.

Et Boutroux d'ajouter :« Qu'importe la richesse d'un pain en phosphates ou en azote, si ce pain est compact, puisque sa matière azotée, et surtout sa matière minérale, sont en grande partie rejetées par l'organisme ? On ne peut donc vanter le pain de farine entière qu'à la condition de présenter un pain qui, fait avec cette farine soit aussi bien levé, aussi léger que le pain de farine de première qualité. Tant qu'il en sera autrement, le pain blanc, devra être considéré comme ayant une valeur nutritive supérieure ».

Les expériences de Meyer permettent de supposer que l'on peut espérer quelqu'avantage de l'introduction dans la farine actuelle de quelques parties finement broyées provenant de l'enve-

loppe. Le sang retirerait plus d'azote et plus de matières minérales; car le pain complet, qui produit une excitation de la muqueuse digestive, hâte l'expulsion de la matière, et ne permet qu'une absorption de sels minéraux tout à fait réduite.

Le pain de seigle s'est montré le plus avantageux, parce que moins léger, il séjourne dans l'estomac plus longtemps. D'après Boutroux, le pain idéal c'est du pain bis bien levé.

*
* *

Ainsi, notre pain blanc actuel n'est pas parfait du point de vue de sa composition chimique.

Il vaut cependant mieux que le pain complet. Il a sur lui ce grand avantage : les quelques éléments nutritifs qu'il contient sont en très grande partie assimilés, surtout parce qu'il est bien levé.

L'opinion de Boutroux, demandant du pain bis bien levé, parce qu'il nourrit mieux et à meilleur compte, nous semble la meilleure.

*
* *

En ce qui concerne la composition chimique de la farine et du pain, les avis sont donc partagés. Faut-il préconiser la fabrication sur farine entière ? Faut-il laisser faire le pain avec la farine actuelle, faible partie du grain de blé ?

Ces problèmes ne sont certes pas faciles à résoudre. Nous avons déjà dit ce que des auteurs qualifiés en pensaient.

Actuellement, ces questions sont agitées périodiquement dans les Commissions du Bon Pain.

Ces organismes existent et fonctionnent à Paris, à Marseille et à Bordeaux, une fois par mois.

Ils sont composés, notamment à Bordeaux, des représentants du Corps médical, des boulangers, des consommateurs, des minotiers, des techniciens et des chimistes.

Nous ne doutons pas que les travaux de ces Commissions n'arrivent à donner les caractéristiques de la meilleure farine, et que les conclusions pratiques auxquelles ils aboutiront ne soient rapidement appliquées.

BOULANGERIE

Le mélange de farine, d'eau, de sel et de levain ou de levure constitue par le pétrissage, la pâte.

Le pétrissage se faisait autrefois à la main ; aujourd'hui, le pétrin mécanique a presque partout supplanté le geindre. Il y a là un réel progrès de l'hygiène, car le pain ne contient plus la sueur et les microbes que le geindre laissait écouler dans la pâte. On peut faire cependant un reproche au pétrin mécanique, c'est de donner une pâte assez peu homogène, et insuffisamment aérée.

De plus, d'après Schribaux, le pétrissage direct, très souvent employé, est mauvais ; l'ouvrier met dans le pétrin la farine, l'eau, le sel, la levure, etc., il ne règle rien. Il arrive donc que la pâte est souvent trop hydratée ou insuffisamment. Le pain qui en provient est de qualité médiocre.

Le même auteur ajoute qu'il y a peu ou point de mauvais blé ; il y a surtout de mauvais boulangers.

La pâte ainsi formée est laissée pendant quelques heures au repos ; le travail de la fermentation se fait alors.

La fermentation panaire est due à l'action d'une levure : c'est la levure de bière ou *Saccharomyces cerevisiæ* qui agit sur le sucre pour le transformer en acide carbonique et en alcool, l'acide carbonique inclus en petites bulles se dilate à la chaleur, provoquant la levée du pain ; l'alcool disparaît à la chaleur de la cuisson.

Il faut donc une quantité suffisante de sucre et de gluten. Or un blutage très poussé élimine les diastases amylolytiques et une bonne partie du gluten ; celui qui reste doit avoir gardé ses qualités de ténacité et d'élasticité, grâce auxquelles le gaz carbonique peut être retenu dans la pâte.

La panification peut actuellement se faire au moyen de trois sortes de fermentations ; d'abord, la fermentation produite par le mélange de levain à la pâte, la fermentation par l'addition de levure, et la fermentation due à un procédé mixte, c'est-à-dire à l'adjonction à la pâte de levain et de levure.

La panification sur levain se pratiquait partout autrefois ; actuellement, ce procédé est seulement utilisé dans les campagnes, éloignées des grands centres urbains.

La panification sur levure, qui s'est peu à peu substituée au procédé précédent, est particulièrement utilisée en ville.

Le levain, c'était tout simplement une partie de la pâte de la fournée antérieure, ou bien un délayage d'un peu de farine dans l'eau, les levures se développant rapidement. L. Boutroux, dans son ouvrage intitulé « Le Pain et la Panification », tire de l'étude microbiologique de la pâte les conclusions suivantes : la levure alcoolique est toujours présente dans le levain du pain ; elle s'y cultive de pâte en pâte en s'y multipliant assez pour qu'on puisse prendre pour semence primitive une trace impondérable de levure, et, après culture de pâte en pâte, retrouver cette levure en tout point d'une masse quelconque de pâte ensemencée.

La levure n'est pas seule dans le levain ; elle est accompagnée de microorganismes auxquels on pourrait attribuer le pouvoir de faire lever la pâte dès le deuxième ou troisième passage. De plus, le simple mélange d'eau et de farine contient des microorganismes qui peuvent le faire gonfler, mais si le mélange devient acide, ces mêmes microorganismes ne peuvent le faire lever qu'à la condition que l'acidité n'y dépasse pas une certaine limite.

Parmi les bactéries rencontrées dans le levain, les bacilles lactiques prédominent rapidement. Ils donnent à la pâte une acidité favorable qui entrave le développement des espèces nuisibles et modifie le gluten qui devient propre à la panification.

La levure seule n'agit que sur les hydrates de carbone. Nous allons voir par les temps différents de la préparation du levain, que ce travail était long et pénible et qu'il exigeait du boulanger sa présence pendant toute la nuit.

Longtemps, les boulangers utilisèrent le procédé des trois levains.

Le *levain-chef* était un premier levain préparé spécialement pour la fournée ou prélevé sur une fournée précédente. Ce levain-chef devait fermenter dans une pièce tempérée pendant 8 à 12 heures.

Le *levain de première*, qui devait fermenter encore pendant 8 heures environ, était un mélange de levain-chef, d'eau et de farine.

Le *levain de seconde* ne fermentait qu'une heure et demie, et il était préparé comme le levain de première. Il servait à faire le *levain de tout point* qui, après deux heures de repos, était apte au pétrissage, après un mélange avec la farine et l'eau.

En fin d'opération, les levures étaient intimement mélangées à la pâte ; le brassage aérait les levures, dont le développement était ainsi favorisé. Les périodes de repos permettaient la fermentation anaérobie, au cours de laquelle l'amidon était transformé.

Ainsi, ces diverses opérations étaient longues et pénibles. On voit pourquoi, à notre époque, le procédé de panification sur levure a été si unanimement et rapidement adopté.

Les premières levures employées étaient des levures de grain ; elles se rapprochaient beaucoup des ferments naturels du blé. Elles étaient les meilleures.

Actuellement, ces levures ne sont plus guère préparées. On leur a substitué les levures de mélasses, de qualité inférieure, qui donnent mauvais goût au pain, la levure de bière et la levure nature.

Il ne faut jamais utiliser les levures en excès, car elles donnent au pain un goût aigre, désagréable, mais d'un excellent aspect extérieur.

Plus on met de levure dans une farine, et plus la fermentation est rapide ; c'est ce que fait le boulanger lorsqu'il est très pressé. Ce procédé doit être rejeté, bien que très rapide. Le procédé de panification dit « direct » a été inventé pour diminuer les frais généraux résultant de la journée de huit heures et de la suppression du travail de nuit en boulangerie. Il est mauvais, car la fermentation extra-rapide qu'il permet est insuffisante pour que les divers constituants chimiques du pain puissent être attaqués. La fermen-

tation directe sur levure ne tient compte que de la levée de la pâte, c'est-à-dire de son développement physique, mais elle empêche la prédigestion qui doit normalement s'effectuer au cours d'une fermentation panaire convenable. La bonne fermentation du pain procure au consommateur une meilleure digestion.

Voici comment on procède au cours de la panification sur levure. Pour 100 kilogrammes de farine, on délaie 4 à 600 grammes de levures dans de l'eau tiède. Le sel est dissous dans une autre eau. On mélange le tout à la farine et au reste de l'eau nécessaire. On pétrit et on laisse fermenter 4 heures. On découpe la pâte en pannetons qui fermentent 40 à 50 minutes et on enfourne.

Si l'on compare ce procédé de panification avec le procédé de panification sur levain, on voit que le premier est infiniment plus rapide. La durée de la fermentation peut être encore diminuée par l'adjonction d'une plus grande quantité de levures.

D'après Paul Cibrie, « on ajoute souvent de l'extrait de malt qui solubilise une partie de l'amidon, favorise ainsi le développement des levures, hâte les phénomènes biologiques et supplée à l'absence fréquente des diastases naturelles du blé dans la farine trop blanche que donne la mouture à cylindres. Cette addition permet au boulanger d'employer de la farine fraîchement moulue n'ayant pas subi le délai de maturation. Elle permet aussi de faire absorber à la farine, une plus grande quantité d'eau, hydratation avantageuse pour le boulanger sinon pour le consommateur du pain.

La panification sur levures, hâtée par le malt comme elle l'était par les améliorants chimiques est donc mieux adaptée vue le travail sur levain à l'emploi des farines modernes déséquilibrées par privation des éléments issus de l'enveloppe : diastases et sels minéraux en particulier. »

Il est bien évident que les phénomènes biologiques sont différents dans les deux cas, on ne peut en effet les accélérer au gré de la volonté des hommes. S'il est vrai que le pain sur levure est bien levé parce que l'acide carbonique se dégage abondamment, on peut se demander si les molécules d'albumine sont dissociées en acides aminés et lécithines, et par quoi sont remplacées les actions utiles des bacilles associés sur levain et les diastases du germe du blé.

P. Cibrie ajoute : « Ces phénomènes peuvent-ils se produire en l'absence de certains sels minéraux que la farine ne contient plus ? Peut-on penser

qu'en ayant bouleversé les longs processus physico-chimiques et biologiques qui lentement amenaient la farine à l'état de pain, on n'ait rien fait qui puisse altérer la valeur nutritive de ce pain ou en modifier la saveur ?

Les lois sociales, la loi de huit heures, celle sur le travail de nuit, strictement appliquées, ne laissent plus au boulanger, dans la fabrication du pain, la latitude que la nature impose aux phénomènes biologiques qu'il met en œuvre.»

Ainsi, sans demander un retour exact aux pratiques d'autrefois, on doit rechercher et aussi mettre au point une organisation plus simple et mieux étudiée du travail boulanger, qui donnerait au pain les qualités indispensables qu'un long empirisme lui avait données.

Le Dr Pierre Lamarque, dans un article de « La Gazette Hebdomadaire des Sciences Médicales de Bordeaux », indique ce procédé mixte de fabrication du pain qu'il aurait essayé avec un boulanger de ses amis. Après avoir préparé le levain-chef et le levain de première selon les principes anciens déjà énumérés, il prépare le levain de seconde à l'aide du levain de première en l'additionnant de levure ; le ferment est ainsi renforcé et, par ce rafraîchissement, la fermentation alcoolique va dominer. Le levain de seconde obtenu est très actif, il a une excellente odeur vineuse, et c'est avec lui que l'on établit un levain de tout point.

Ce procédé s'appelle travail avec levains successifs et levure. Il est plus lent que le travail direct sur levures, et plus rapide que le travail aux levains successifs sans levures. Le pain obtenu est d'une digestibilité excellente.

Le Dr Lamarque indique aussi qu'il est préférable d'utiliser pour la fabrication du pain le sel gris à la place du sel blanc, celui-ci étant trop pauvre en magnésie.

Le goût du pain varie en fonction des races de levure ; aussi le boulanger doit-il utiliser des levures sélectionnées comme force et comme race.

Le pain sur levain a un goût excellent ; le pain sur levure est plus coloré, il rassit très vite. Il est plutôt neutre, son goût est moins agréable, parfois aigre ; il est le plus souvent fade, et surtout,

point important, il manque d'acide pour le protéger des microbes ayant résisté à la cuisson.

*
* *

La pâte, une fois découpée en pâtons, est mise au four. La température interne du four est d'environ 250 degrés centigrades. Comment chauffe-t-on le four ?

Autrefois — et dans certaines boulangeries de campagne actuelles — on chauffait au bois. C'était par la combustion du bois dans le four même ; aussi des ordonnances avaient-elles strictement limité les bois susceptibles d'être utilisés à cet effet. Les bois de démolition étaient exclus parce qu'ils pouvaient apporter des germes de moisissures et surtout des restes de peintures à base de plomb ou de cuivre ; les écorces d'arbres étaient également interdites (Fouassier).

Bordeaux était renommée pour ses grillades et son pain : c'est grâce au pin des Landes que le pain de Bordeaux avait une saveur si réputée. Actuellement, il existe au moins plusieurs manières différentes de chauffer le four du boulanger.

Il peut être chauffé par un foyer extérieur au bois et au charbon (système des fours à moufles des laboratoires).

Il peut être chauffé par la projection d'une flamme puissante à l'intérieur du four pendant un temps voulu.

Cette flamme provient de la combustion de mazout ou du gaz d'éclairage avec excès d'air.

Il peut être chauffé par la vapeur sous pression : une tuyauterie fixée à l'intérieur du four, en permet la circulation avec retour à l'appareil générateur.

Il peut être chauffé enfin par l'électricité.

Après des essais effectués au Syndicat de la Boulangerie à Paris, ce moyen se propage peu à peu, mais il présente deux inconvénients, il revient très cher à cause du prix très élevé de l'électricité et il exige un dispositif de four spécial.

Du point de vue de l'hygiène, ce procédé constitue un progrès indéniable.

La durée de la cuisson dépend du volume et de la forme du pain.

Pour un pain de 4 kilos, 60 à 80 minutes ; pour un pain de 1 kg. 500, 50 minutes. La surface du pain est saisie assez rapidement et se transforme en croûte qui protège la mie contre une trop forte cuisson.

La cuisson terminée, le pain est retiré du four et, après refroidissement, livré à la consommation.

*
* *

Nous avons vu la complexité des problèmes en présence.

Selon l'opinion exprimée par MM. Denigès, Dubacquié, Labat et Dangoumau, dans un acticle sur « L'étude chimique des farines livrées dans la région du Sud-Ouest de la France », le problème de la préparation du bon pain reste surtout conditionné par une technique boulangère en rapport avec les connaissances déjà actuellement acquises sur les constituants du grain de blé et sur les phénomènes physiques et chimiques qui se passent au cours de la panification.

D'après Boutroux et Meyer, le pain blanc est mieux équilibré pour le régime alimentaire que le pain qui n'est pas blanc. Ce dit régime alimentaire appelle donc des correctifs que l'on trouve dans des aliments qui sont de plus en plus consommés.

Mme Randoin aboutit aux mêmes conclusions, dans un article des Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France.

Pour M. Arpin et Mlle Bastide, le pain en France n'est pas aussi mauvais qu'on a bien voulu le dire ; il est assez souvent médiocre. La raison qu'ils donnent est que, « pendant la guerre, brusquement, on a complètement changé de fabrication, on a supprimé le levain de pâte qu'on a remplacé par la levure, pour fabriquer plus rapidement ». Tous les boulangers ne savent pas encore se servir de la levure. C'est pourquoi ces auteurs préconisaient le 2 Décembre 1936 à l'Académie d'Agriculture de France la création d'une école de boulangerie où, indépendamment de l'enseignement que l'on donnerait aux apprentis boulangers, il serait possible d'expérimenter des techniques diverses, vers une solution toujours meilleure.

Ces auteurs ignoraient que, depuis 1931, une école de boulangerie fonctionne à Bordeaux. La direction technique et scientifique

de cette école est assurée par le Directeur du Laboratoire Municipal de Biologie appliquée aux Industries de l'Alimentation. Une centaine d'élèves la fréquentent en vertu de la Loi du 25 Juillet 1919 (dite Loi Astier) sur l'enseignement technique.

D'autres écoles pourraient être créées sur ce modèle, dans tous les grands centres urbains de la France.

*
* *

Nous avons vu rapidement les notions capables de nous guider dorénavant dans notre étude sur les bactéries du pain. Quelques problèmes concernant le blé, la meunerie et la boulangerie ont été effleurés. Nous allons maintenant rechercher quels microbes apportent la farine, le levain, la levure, l'eau et les manipulateurs.

Nous verrons à quelle température intérieure le pain est porté, et si cette température est suffisante pour tuer tous les germes contenus dans le pain ; en un mot, s'il est stérile en sortant du four.

Nous envisagerons ensuite les risques de contamination du pain, depuis sa sortie du four jusqu'à sa consommation.

Enfin, nous tirerons de ces remarques les conclusions qui s'imposent à notre esprit, dans l'intérêt des consommateurs.

CHAPITRE II

—

MICROBIOLOGIE DU PAIN

Nous voulons étudier dans ce chapitre les microbes que peut contenir le pain au moment de la consommation. Le pain peut être contaminé avant sa fabrication par ses constituants eux-mêmes souillés, la farine, le levain, la levure, l'eau, le personnel qui manipule ces objets ou la pâte, le matériel où la pâte est travaillée.

Mais on peut se poser ces diverses questions :

Les microbes de la pâte ne sont-ils pas détruits par la chaleur du four ? Le pain sortant du four contient-il des microbes ? Ces microbes sont-ils pathogènes ? Peuvent-ils nuire à la santé de l'homme ou à la simple conservation du pain ?

Enfin, il convient d'étudier rapidement les moyens de contamination du pain après sa sortie du four.

L'ensemble de ce travail nous oblige à envisager successivement la fabrication du pain sur levain, autrefois seul procédé utilisé, et la fabrication du pain sur levure actuellement prédominante. Nous verrons ensuite les modes actuels de cuisson du pain en les comparant à ceux d'autrefois, et nous montrerons, en nous appuyant sur des expériences récentes, que le pain après la cuisson par les procédés actuels, contient des microbes.

MICROBIOLOGIE DE LA PATE

La pâte est un mélange en fermentation de farine, d'eau et de sel. L'agent de la fermentation est apporté à la pâte par le levain ou par la levure. Nous avons dit ailleurs que l'utilisation du levain n'était plus courante à l'heure actuelle, parce qu'elle exigeait un travail très long, incompatible avec les lois sociales actuelles qui interdisent le travail de nuit dans les boulangeries. Nous allons voir, tout d'abord, la théorie de la fermentation panaire.

Dès 1760, Malouin considérait la levée du pain comme le résultat d'une fermentation spiritueuse. Au commencement de ce siècle, il régnait sur la question les idées les plus vagues... L'agent de la fermentation était le gluten.

Dans le traité de «Chimie appliquée aux Arts» (1843) Dumas donnait une théorie simple de cette fermentation. Le délayage de la farine donne du sucre ; le contact immédiat des globules de levure sur le sucre produit sa fermentation qui est favorisée par la chaleur du fournil. C'est l'acide carbonique qui donne les trous du pain.

En fait, la fermentation panaire était ramenée purement et simplement à la fermentation alcoolique du sucre contenu à l'avance dans la farine, d'ailleurs en quantité tout à fait minime.

Plus tard, on apprit à connaître les microbes, les diastases et les transformations des hydrates de carbone. Des hypothèses nouvelles surgissaient.

La fermentation alcoolique avait pour point de départ le sucre, non pas le sucre renfermé dans la farine, mais le sucre résultant de la transformation de l'amidon. Mege Mouriès vint, par des mémoires successifs, augmenter la confusion des idées. Il inventa la

« céréaline », matière azotée contenue dans le son, capable de transformer l'amidon en dextrine, la dextrine en glucose et la glucose en acide lactique et même en acide butyrique. Debrunfaut montre que le sucre engendré est du maltose et non du glucose. Les travaux de O. Sullivan, Grüber, Musculus, Brown, Héron firent connaître les dextrines intermédiaires qui prennent naissance avant la maltose. Divers observateurs nièrent la présence de l'alcool dans les produits de la fermentation panaire. Le rôle de la levure fut en même temps contesté : on affirmait qu'elle ne se développe pas dans le levain de pain, et que celle qu'on y ajoute artificiellement y est rapidement détruite.

M. Duclaux en 1883, pouvait écrire que la question devait être reprise depuis ses origines.

M. Flugge en 1886, souhaitait que des expériences plus précises, exécutées avec le secours des méthodes bactériologiques récentes fournissent bientôt des conclusions définitives.

M. Léon Boutroux en 1897 étudia la question et dressa la liste des microorganismes contenus dans le levain de pain, s'efforça de déterminer l'action de chacun d'entre eux sur les matériaux de la farine. Déjà en 1872, M. I. Engel fit connaître une espèce de levures qu'il avait trouvée dans le levain des boulangers ; elle a une forme sphérique ; elle est plus petite que la levure de bière ; elle ne contient pas de vacuoles. Il l'appela « *Saccharomyces Minor.* »

En 1889, M. Peters a cultivé sur plaque cette même levure. Il a isolé deux autres espèces de Saccharomyces régulièrement présentes dans le levain, une S. Minor plus allongée produisant la fermentation alcoolique du sucre, et une espèce avec ferment, le S. Mycoderma (Ancien Mycoderma Vini). qui est surtout abondant dans le levain conservé depuis longtemps. Il a trouvé une levure qu'il considère comme n'étant pas un élément normal du levain, parce que non toujours présente, c'est le S. Cerevisiæ. L. Boutroux, pour savoir si l'agent de la fermentation est bien une levure, s'adressa à une ferme où l'on fait du pain de seigle une fois par semaine, en prenant comme levain une portion de la pâte provenant de l'opération précédente.

Il vit que la pâte délayée ne montre pas toujours des levures à l'examen microscopique ; mais sur des cultures dans des milieux spéciaux, il isole deux espèces de levures : l'une, levure A, grosse et très active, ne donnant pas de voile sur les milieux liquides, très résistante aux hautes températures ; l'autre, levure B, petite, ne donne pas de voile à la surface des moûts. Cet auteur l'a identifiée avec le S. Minor de Engel. Deux ans après, il isola du même levain de ferme, le S. Exiguus de Rees.

Dans le levain de blé, provenant de la manutention de Besançon, il a trouvé une levure A' ressemblant beaucoup à la levure A, une seconde levure ressemblant à la levure C, et une troisième qu'il a dénommée D donnant sur milieux liquides un voile qui grimpe de plusieurs centimètres sur les parois.

Il considère donc les levures comme un élément normal du levain du pain.

Mais ce levain contient aussi des bactéries, le *Bacillus glutinis* décrit par Chicandard en 1883, le *Bacillus panificans* de Laurent.

Peters a pu isoler sur levain les microbes suivants :

Le *Bactérium A*, très petite bactérie ne formant pas de spores, ne solubilise ni l'albumine, ni l'amidon ;

Le *Bactérium B*, mobile, produisant de l'acide lactique ;

Le *Bactérium C*, surtout présent dans le levain ancien devenu très acide ;

Le *Bacillus D*, bâtonnet mobile très voisin du *B. Subtilis* ;

Le *Bacillus E*, bâtonnet mobile qui ne produit pas de fermentation, mais des diastases.

L. Boutroux, sans connaître les expériences de Peters, a recherché les microbes de la farine et a trouvé un premier bacille qu'il appelle bacille α qui serait identique au *Bacillus E.* de Peters, un second bacille, qu'il appelle B ; un troisième tiré du son.

Popoff a extrait de la pâte un bacille anaérobie.

Flügge a extrait de la farine le *bacillus mesentericus vulgatus* que Vignal retrouve dans la boulangerie. Lehmann signale un bacille, trouvé par M. Wolfin dans le levain du pain bis de Wurzbourg, auquel il donne le nom de *Bacillus levans*, et qui présente les plus étroites analogies avec le *Bacillus coli communis*.

Si nous voulons résumer ces données, nous pouvons dire que la farine contient, d'après ces auteurs :

1) *Des bactéries :*

Le bacillus E. de Peters ou α de Boutroux ;
Le bacillus B. de Boutroux ;
Le bacillus γ de Boutroux ;
Le bacillus mesentericus vulgatus de Flügge.

2) *Des levures* du type Saccharomyces :

Levure A. de Boutroux ;
Levure B. de Boutroux ;
Levure C. de Boutroux ou S. exiguus de Rees.
Le levain contient en plus de ces éléments :
Le bacillus glutinis de Chicandard ;
Le bacillus panificans de Laurent ;
Le bactérium A. de Peters ;
Le bactérium B. de Peters ;
Le bactérium C. de Peters ;
Le bacillus D., très voisin du sultilis ;
Le bacillus E. ;
Le bacillus B. de Boutroux ;
Le bacille γ de Boutroux.

La pâte contient donc normalement :

1.) Un certain nombre d'espèces saccharomyces d'inégale activité fermentative, dont une ou deux sont aptes à provoquer des fermentations alcooliques.

2.) Diverses bactéries dont les unes, incapables de produire des fermentations ou dégagement de gaz, secrètent des diastases qui dissolvent le gluten et corrodent l'amidon, tandis que les autres peuvent, agissant sur des matières fermentescibles appropriées, effectuer des fermentations avec dégagement de gaz ; certaines bactéries appartenant à l'un et à l'autre groupe engendrent des acides (acide acétique, lactique, butyrique).

Par un grand nombre d'expériences successives, L. Boutroux a montré que la levure alcoolique est toujours présente dans le levain de pain, que le simple mélange d'eau et de farine contient des microorganismes qui peuvent le faire gonfler. Mais si le mélange devient acide, ces mêmes microorganismes ne peuvent le faire lever qu'à la condition que l'acidité n'y dépasse pas une certaine limite.

Au contraire, le mélange d'eau, de farine et de levure, lève même en présence d'une proportion d'acide qui dépasse de beaucoup cette limite. Quand la pâte n'est pas acide, le pouvoir de la levure n'en est pas diminué ; seulement d'autres microorganismes se développent en même temps qu'elle.

Voici donc ce que l'on connaissait de la microbiologie du pain au temps de L. Boutroux, c'est-à-dire à la fin du siècle dernier.

Depuis, d'autres germes ont été mis en évidence et classés. D'après Violle, on trouve sur le levain :

1.) Les levures identifiées par les auteurs anciens ;

2.) Des microbes, parmi lesquels il faut citer :

Les *ferments pseudo lactiques* en très grande abondance. Lorsqu'ils sont peu nombreux, ils permettent au gluten de mieux s'unir à l'amidon. La pâte obtenue est plus élastique, plus homogène. Ce sont eux qui contribuent à donner au pain sur levain une odeur agréable et son goût spécial. Lorsqu'ils sont trop nombreux, ils empêchent le développement des levures; le pain a une réaction acide, la pâte devient grumeleuse.

Ces ferments sont différents des ferments lactiques vrais, car ils attaquent non seulement les sucres, mais encore les matières protéiques. Ils ne doivent pas être retrouvés dans le pain.

Le *B. coli.* Quelquefois ce microbe entrave la fermentation de la levure, ce qui n'empêche d'ailleurs pas le pain de lever. Il dégage en effet du gaz carbonique et donne des acides en présence des sucres. Il peut attaquer les protéines si son action est prolongée.

Le *B. lactis ærogenès* a été trouvé souvent dans les levains mal préparés, il se rapproche du B. coli. Il produit du gaz carbonique, de l'hydrogène qui donne au pain des bulles énormes, et de l'acétyl-méthyl-carbinol, corps toxique.

Le *B. mesentericus*, cultivé sur divers milieux nutritifs a donné à certains auteurs des levains d'odeur agréable d'un grand pouvoir de fermentation. Il est sporulé et on le retrouve après cuisson dans le pain qui devient filant dans certaines conditions.

Le B. perfringens ou B. de Veillon ou de Welchi a la propriété de faire lever le pain. On l'utilise dans certaines boulangeries

d'Amérique de préférence à la levure. La mie de pain le contient souvent, car c'est un microbe sporulé dont les spores résistent à la température du four. Il est très peu pathogène pour le cobaye, bien qu'il soit identique au B. Welchi retrouvé dans les plaies humaines. Il est dans le levain doué d'un pouvoir fermentatif considérable. L'auteur a pu préparer dans son laboratoire du pain à l'aide d'une souche humaine de B. Welchi.

Le B. macedonicus appartenant au groupe coli a été retrouvé dans le levain de pain de luxe bulgare appelé Simid. Le levain est préparé avec des grains mûrs de pois chiche.

Le B. arietanæ chodatti est sporulé, anaérobie, Gram négatif, donnant de l'hydrogène sulfuré par hydrolyse des protéines.

Voilà, d'après Violle, les microbes contenus dans le levain.

Le même auteur ajoute :

En somme le levain est un produit mélange de pâte et de levure, dans lequel normalement la levure doit seule exister. Mais sous l'action de causes multiples, divers microorganismes étrangers peuvent apparaître et s'associer à cette levure ou même prédominer, ou encore se substituer complètement à elle.

Aujourd'hui, le pain se fait généralement avec des levures fraîches que l'on trouve dans le commerce sous différentes marques. On l'obtient sur milieux de culture de mélasses.

Les levures du commerce servent à faire deux sortes de pain : le pain viennois et le pain ordinaire actuel obtenu par «travail direct sur levure».

Pour la préparation du pain viennois, les boulangers font ce qu'ils appellent une «pouliche» qui est une pâte très claire, constituée d'eau, de farine, de sel et de levure ; on laisse fermenter la pâte pendant deux heures.

Pour la préparation de farine ordinaire, la levure représente à peu près 6 °/₀₀ du poids de la pâte ; elle est directement délayée dans l'eau.

Ces levures apportent une diastase appelée zymase qui transforme l'amidon en produits solubles.

D'après Violle : "La pâte est si massivement chargée en levures qu'il est impossible à d'autres microorganismes de s'y développer. Il y a prédominance absolue de la levure qui entrave toute concurrence micro-

bienne par sa seule présence. — Le pain fait avec les levures ne renferme généralement que ces microorganismes.

Cette dernière phrase serait vraie, si les diverses manipulations de l'ouvrier boulanger étaient aseptiques, si la farine et l'eau étaient amicrobiennes — nous avons vu que cela est impossible — et si la levure ne contenait dans sa masse aucun germe microbien.

Nous avons essayé de résoudre ce dernier point (1) : la levure vendue dans le commerce contient-elle des microbes ? Quels sont ces microbes ?

(1) Disons tout de suite que l'idée première est due à M. le Professeur Aubertin.

RECHERCHES DES GERMES MICROBIENS DANS LA LEVURE

Il est une opinion couramment diffusée dans les milieux qui s'intéressent aux questions de la panification, c'est que la levure, vendue aux boulangers tous les jours, ne contient pas de microbes, parce que, par concurrence vitale au moment de sa fabrication, la levure en empêche la prolifération.

Il nous a donc paru intéressant de savoir si cette opinion courante était étayée par des travaux scientifiques récents ou anciens. Nous n'avons pas trouvé de littérature traitant ce sujet. Nous avons donc entrepris les expériences dont voici le détail :

Nos recherches ont porté sur les diverses marques de levures employées à Bordeaux par les boulangers. Nous nous sommes donc procuré trois marques différentes de levure pressée.

Chacun des paquets de levure a été ouvert au moment de l'ensemencement. Nous avons prélevé, au moyen du fil de platine préalablement porté au rouge, des fragments de levure au centre d'une tranche obtenue en cassant ce morceau de levure, car nous avons voulu ne pas mettre sur nos milieux de culture, des fragments de levure qui auraient pu être contaminés par le papier ou par des poussières extérieures. Les expériences auxquelles nous nous sommes livré, ont été faites avec toutes les précautions usuelles, au Laboratoire d'Hygiène, sur des milieux de culture préparés spécialement et stérilisés selon les procédés habituels.

*
* *

Le premier échantillon de levure ou levure AM... a été ensemencé directement dans un premier temps, sur gélose Veillon,

gélose à l'eau à 20 °/₀₀, Pétragnani, pomme de terre glycérinée ; dans un 2e temps, sur bouillon glucosé carbonaté, bouillon lactosé tournesolé, bouillon lactosé carbonaté, bouillon de viande ; et, dans un 3e temps, sur pomme de terre simple, pain humide, gélatine, lait neutre, gélose, bouillon, pain sec.

Ces tubes ont été mis à l'étuve à 37° - 38°.

Nous les avons examinés 72 heures après l'ensemencement. Voici ce que nous avons obtenu :

Sur gélose Veillon (t. 1), colonie blanche sèche, ridée, concentrique au point d'implantation du fil de platine, peu épaisse ; la colonie envahit les fentes de la gélose ; elle a un peu l'aspect de tache de bougie ;

Sur gélose à l'eau à 20 °/₀₀ (t. 3), colonies rares, éloignées, blanches, sèches ;

Sur Pétragnani (t. 5), nombreuses colonies blanches polycycliques humides, ou sèches, selon les points, épaisses ; l'eau de condensation est limpide ;

Sur pomme de terre glycérinée (t. 7), rien sur la pomme de terre, mais l'eau de condensation est recouverte d'un voile blanc mince, fragile, envahissant les parois.

Prélevant au fil de platine un fragment de levure, nous l'avons étalé sur lames de verre, fixé, coloré au Gram et examiné au microscope (lames n°ˢ 1 - 2 - 3 - 4 - 5). Nous avons vu des levures ovalaires, de volume sensiblement égal, les unes fortement colorées en violet, les autres en rose avec tous les intermédiaires du plus bel effet — nous n'avons pas trouvé de germes microbiens.

Nous avons procédé de même pour chaque colonie obtenue sur les divers tubes d'ensemencement.

Après dilution dans une goutte de sérum physiologique stérile, nous avons étalé, fixé et coloré au Gram des fragments de colonies.

La colonie obtenue sur gélose Veillon (t. 1), nous a montré au microscope (l. 2') des levures allongées, très fortement colorées par le Gram, agglutinées, avec de nombreux éléments arrondis, petits, très fortement Gram + et qui sont des microbes.

La colonie obtenue sur Pétragnani (t. 5) a montré des levures

ovalaires agglutinées avec éléments abondants jeunes et des formes allongées de levures (l. 6').

La colonie obtenue sur pomme de terre glycérinée (t. 7) a montré de très nombreux éléments arrondis violets, petits, souvent superposés et juxtaposés avec des éléments roses de même volume disposés en paquets de dimensions variables, quelquefois isolés (l. 8).

Dans une deuxième série d'expériences, nous avons obtenu au bout de 72 heures, sur bouillon glucosé carbonaté (t. 11), un voile fin plissé, mat, envahissant les parois de verre, et blanc comme de la bougie.

Sur bouillon lactosé tournesolé (t. 13), un voile très mince blanc recouvrant le verre, et un virage au rouge du tournesol.

Le bouillon lactosé carbonaté (t. 15) n'a pas montré de modification.

Sur bouillon de viande (t. 17), mince dépôt au fond du tube.

Au microscope, une parcelle du voile obtenu sur bouillon glucosé carbonaté (t. 11) a donné des éléments de levure très colorés, isolés ou par deux, et sur un plan inférieur, de très petits éléments arrondis et isolés. Nous n'avons pu découvrir de formes bacillaires (l. 9).

Une parcelle du voile obtenu sur bouillon lactosé tournesolé (t. 13) a montré des levures en voie de reproduction ou de nombreux petits éléments isolés ou par petits groupes prenant fortement le Gram (l. 11).

Une goutte de bouillon lactosé carbonaté (t. 15) ensemencé avec de la levure et fixé sur lamelle a montré des petits éléments Gram + par groupes de 2 ou 3, disséminés — il n'y avait pas de levure proprement dite, et pas d'éléments Gram négatif (l. 13).

Une goutte de bouillon de viande (t. 17) étalé et fixé a montré après coloration de rares éléments de levure Gram + de nombreux petits éléments arrondis, isolés ou par petits groupes, pas d'éléments Gram négatif (l. 14).

Dans une troisième série d'expériences, nous avons ensemencé la même levure sur pomme de terre simple, sur pain humide, sur gélatine, sur lait neutre, sur gélose et sur pain sec.

Quatre jours après, de vagues colonies sèches apparaissent sur pomme de terre simple (t. 24).

Sur pain humide, il n'y a pas de changement de couleur, la partie inférieure est ramollie (t. 26).

Sur gélatine, la gélatine (t. 28) s'est liquéfiée à la température du laboratoire, un léger voile s'est formé à l'intérieur du milieu.

Sur lait neutre (t. 30), gélose (t. 32), bouillon (t. 34), pain sec (t. 40), rien n'apparaît.

Au microscope, après coloration par le Gram, quelques éléments de levure apparaissent sur un étalement de colonie obtenue sur pain humide (t. 27), (l. 26).

Un fragment du voile obtenu sur gélatine (t. 28) est étalé, fixé et coloré par le Gram. Il montre de nombreux éléments Gram + ressemblant à de gros cocci et trouble d'ailleurs, souvent variables, en forme de diplocoques — quelques éléments Gram négatif. Il y a tous les intermédiaires entre les levures proprement dites et les éléments les plus petits. Pas de forme bacillaire nette (l. 29).

Nous avons repiqué sur gélatine les cultures obtenues dans le bouillon glucosé carbonaté (t. 42) et sur bouillon lactosé tournesolé (t. 46).

Nous avons obtenu de rares colonies dont une étude microscopique a montré qu'il s'agissait de grains de levure isolés Gram + et de nombreux éléments Gram + ressemblant à des cocci (l. 43).

En somme, l'ensemencement de levures sur les divers milieux de laboratoire nous a montré :

1°) Que les levures examinées pouvaient se développer sur certains milieux solides (gélose Veillon, gélose à l'eau, Pétragnani, pomme de terre simple, pain humide, pomme de terre glycérinée, etc.) et liquides (bouillon glucosé carbonaté, bouillon lactosé tournesolé, bouillon lactosé carbonaté, bouillon de viande), et destinés à la culture des microbes.

2°) Que la levure se développe en changeant de forme et en donnant des formes jeunes, de coloration variable.

3°) Que la levure envisagée a permis de voir au microscope, des germes microbiens surtout représentés par des cocci Gram +, des diplocoques Gram + et des bacilles Gram - .

*
* *

II.— *Dans le deuxième échantillon de levure.* Levure S...

Nous avons prélevé selon la technique exposée plus haut, un fragment qui a été dilué et étalé sur lame, fixé et coloré par le Gram.

Au microscope, nous avons vu des levures fortement colorées en violet, ovoïdes, de volume égal, serrées les unes contre les autres, ne présentant pas de figure de reproduction, et surtout absolument dépourvue de tout élément microbien.

Nous avons ensemencé aseptiquement sur gélose à l'eau, sur bouillon, gélose Veillon, gélose, bouillon lactosé carbonaté, bouillon lactosé tournesolé, Pétragnani, bouillon glucosé carbonaté, pomme de terre simple, pain humide, gélose en boite de Pétri, gélatine en boite de Pétri.

Après 72 heures d'étuve, le bouillon (t. 52) était trouble et devenu vert canari.

La gélose veillon (t. 53) présentait en surface des colonies blanchâtres et humides.

La gélose à l'eau (t. 54), des colonies blanches et humides et surélevées.

La gélose (t. 55), des colonies très larges à bords dentelés donnant de larges taches.

Le Pétragnani (t. 58), montre aussi des colonies petites, blanches, surélevées et humides.

Le pain humide (t. 61) a montré un ramollissement de sa partie inférieure recouvert d'un enduit rosé et grisâtre par endroit, rose orangé en d'autres.

La gélose sur boite de Pétri (t. 62), a donné de grosses colonies en tache de bougie avec des parties plus saillantes, plus blanchâtres, la gélatine sur boite de Pétri (t. 63) a donné quelques colonies blanchâtres, humides, assez grosses, arrondies.

Sur le bouillon lactosé carbonaté (t. 56), un léger voile s'est d'abord formé, et, dans les jours qui ont suivi, un dépôt épais, blanchâtre s'est accumulé au fond du tube.

Le bouillon lactosé tournesolé (t. 57) a viré à la couleur ama-

rante sur bouillon glucosé carbonaté un voile épais s'est formé envahissant les parois de verre.

Nous avons ensuite prélevé sur chaque milieu un fragment de colonie une goutte de bouillon que nous avons étalé sur lame, fixé, coloré par le Gram.

Voici ce que nous avons vu au microscope :

Prélevant un fragment de colonie obtenue sur gélose Veillon, (t. 53) levures fortement colorées en violet, et des éléments fortement Gram +, très abondants au milieu desquels les levures étaient noyées, ressemblant à de gros cocci quelquefois ayant l'aspect de diplocoques (l. 53).

Sur gélose à l'eau (t. 54), beaucoup de levures Gram + des formes ressemblant beaucoup à des cocci et des bâtonnets Gram + et des bâtonnets Gram - longs et flexueux (l. 54).

Sur gélose (t. 55) des levures Gram + et images de gros diplocoques très abondants Gram +, des bâtonnets Gram - (l. 55).

Sur Pétragnani (t. 58), même aspect (l. 58).

Sur pomme de terre (t. 60) simple, levures et cocci abondants Gram - (l. 60).

Sur gélose Pétri, (t. 62) très peu de levures, mais nombreux bâtonnets Gram + bout à bout, coccobacilles Gram + germes abondants (l. 62).

En bouillon (t. 52), nombreux coccobacilles Gram + par groupe de deux (l. 52).

Sur bouillon lactosé carbonaté (t. 56), levures et diplocoques abondants Gram + - bâtonnets Gram - (l. 56).

Sur bouillon lactosé tournesolé (t. 57). rares levures Gram + coccobacilles Gram + (l. 57).

Sur bouillon glucosé carbonaté (t. 59), levures Gram + rares coccobacilles Gram +, très abondants Gram - (l. 59).

Ainsi ce deuxième échantillon de levure a montré :

Qu'elle coexiste avec des germes microbiens, cocci, bâtonnets, coccobacilles et diplocoques Gram + et - .

*
* *

III.— *Le troisième échantillon de levure*, ou levure H...a été

soumis à la même technique que précédemment. Un fragment a été prélevé aseptiquement, dilué dans une goutte d'eau stérilisée, séché, fixé, coloré par le Gram.

Au microscope, levure serrée, Gram +, éléments ovoïdes, gros, égaux, très peu de figures de reproduction, tous Gram +, pas d'éléments Gram -, pas de germes microbiens.

Nous avons ensemencé sur gélose, gélose à l'eau à 20 °/₀₀, Pétragnani, gélose Veillon, gélatine pomme de terre, bouillon simple et bouillon glucosé carbonaté.

Après 72 heures d'étuve à 37° - 38°, sur gélose (t. 65), colonie linéaire en zig-zag, blanche, humide, mince, continue : de plus, on note la présence de 3 ou 4 colonies arrondies, surélevées, jaunâtres, humides (l. 20).

Sur gélose à l'eau à 20 °/₀₀ (t. 66) rien n'a poussé.

Sur Pétragnani (t. 67), colonies blanches, irrégulières, surélevées, mamelonnées, d'aspect humide (l. 22).

Sur gélose Veillon (t. 69), en surface colonies blanches arrondies, polycycliques, sèches, plissées, surélevées (l. 23).

Sur pomme de terre (t. 72), colonie blanche, bourgeonnante, polycyclique, surélevée, humide, sur la région humide de la pomme de terre.

Sur gélatine (t. 71), peut-être un léger voile.

Sur bouillon (t. 64) bouillon trouble, uniforme, sans voile (l. 19)

Le bouillon glucosé carbonaté (t. 70), était épais, trouble, surmonté d'un voile épais blanc, plissé, envahissant les bords du verre.

A partir du premier tube de gélose (t. 68), nous avons repiqué sur gélose (t. 73) la colonie blanche sur un tube et la colonie jaune sur un autre tube (t. 74).

48 heures après, une colonie blanche, épaisse, abondante, humide, en strie épaisse, apparût dans un tube ; et une colonie jaune serin abondante, humide très épaisse, luisante apparût dans le deuxième tube.

Après identification, il s'agit de germes qui ; 1) Sur Besson lactosé donnent du gaz au 1/3 de la cloche après 20 heures, et une fluorescence après 30 heures ; 2) sur Besson glucosé, donnent du

gaz dans la moitié de la cloche après 20 heures, une fluorescence et une teinte jaune après 30 heures ; 3) sur bouillon de culture, donnent de l'indol ; 4) sur gélose au plomb, un léger noircissement au bout de 48 heures.

Nous avons prélevé ces diverses colonies, nous les avons étalées, fixées et colorées par le Gram.

Au microscope, nous avons constaté ceci :

La colonie jaune obtenue sur gélose était constituée d'amas plus ou moins considérables d'éléments Gram + de petit volume ne ressemblant pas à de la levure, quelquefois isolés ou par groupes de deux (l. 20).

La colonie blanche était représentée par de très rares éléments de levure, mais de nombreux paquets de cocci Gram + et de bâtonnets Gram - (l. 21).

Les colonies apparues sur Pétragnani (t. 67) ont montré des amas de levures Gram + et Gram - cimentées par des amas de cocci Gram + (l. 22).

Sur gélose Veillon, amas de levures, bacilles Gram - abondants et flexueux (l. 23).

Enfin, une goutte de bouillon (t. 64) a montré de très gros éléments irréguliers, déformés, de volume variable, Gram + ; de petits paquets d'éléments Gram -, trapus et courts ; et des bâtonnets Gram - (l. 19).

On peut conclure de l'étude de ce troisième échantillon que ces microbes sont, d'après leurs caractères culturaux, leur aspect microscopique, les réactions chimiques de leurs milieux et la recherche de leur mobilité :

1) pour les bâtonnets Gram négatif : des *B. coli ;*

2) pour les bacilles Gram positif, vraisemblablement du *bacillus cutis communis* ;

3) pour les cocci Gram positif : des *staphylocoques dorés.*

En somme, on peut déduire de l'ensemble de ces expériences, que :

— A l'examen direct, aucun des échantillons examinés n'a montré de germe microbien ;

— Les levures poussent en aerobiose sur divers milieux de

culture spécialement préparés pour les microbes, en changeant de forme, de caractères vitaux et partant, de colorabilité ;

— Les germes microbiens sont très peu nombreux et on les obtient seulement après repiquage, ce qui indique que leur nombre dans le paquet de levure est restreint ;

— Ces germes ont pu pousser concurremment avec la levure qui diminuait de nombre à mesure que les germes augmentaient ;

— Ces germes sont variés : cocci Gram positif et Gram négatif, bâtonnets Gram positif et Gram négatif, coccobacilles, diplocoques, etc. ;

— Après identification, on a obtenu du B. coli, du staphylocoque doré et du bacillus cutis communis.

La levure du boulanger n'est donc pas amicrobienne.

*
* *

Ainsi nous voyons que, contrairement à l'opinion de Violle, le pain fait avec des levures peut renfermer des microorganismes, mais ceux-ci étant dans la levure en nombre très restreint, nous pouvons affirmer qu'elle n'est pas le principal facteur de contamination de la pâte.

Celle-ci, en effet, peut tirer ses microbes, non seulement de la farine, de la levure ou du levain, mais aussi de l'eau, des souillures apportées par les mains sales, des crachats, etc.

L'eau que le boulanger emploie pour diluer sa farine, sa levure, et dissoudre son sel, est de l'eau ordinaire, déversée par seaux dans le pétrin mécanique. Il est évident que le B. coli y pullule avec quelquefois des germes pathogènes. Le boulanger prend d'autant moins de précautions qu'il pense, avec un semblant de raison, que la cuisson de la pâte détruit tous les microbes.

Autrefois, avant l'ère du pétrin mécanique, le geindre pouvait être la cause de la contamination de la pâte en germes pathogènes.

« L'ouvrier en sueur par son pénible travail était exposé à de multiples refroidissements ; il s'adonnait à de nombreuses libations, laissant chaque nuit un peu de sa vie au fond de son pétrin, sa résistance diminuait, il devenait alors une proie facile pour la tuberculose et un danger pour le pain qu'il pétrissait (Marc Fouassier). »

Après Roussel, Strauss, Samalera, le Dr Laveran s'est occupé de la question qui a été pour lui l'occasion d'un rapport au Conseil d'Hygiène et de Salubrité du département de la Seine en 1919.

Le pétrissage mécanique n'a pu être diffusé dans tout le pays que lorsque la force motrice a été elle-même facilement répandue. Après le moteur à explosion, l'électricité dans les campagnes a permis ce progrès considérable dans la fabrication du pain en améliorant l'hygiène et le travail de l'ouvrier boulanger.

Nous avons vu que la fermentation des pains faits sur levain est longue, qu'elle demande un certain nombre d'heures. Nous avons vu, par contre, que le travail sur levure est court, la pâte rapidement enfournée.

Les différences ne résident pas seulement dans ces considérations d'ordre technique et social, mais dans un caractère important : nous voulons parler de l'acidité de la pâte et du pain.

La pâte faite sur levain est acide, tous les auteurs sont d'accord sur ce point. Son acidité tient au levain ; elle va en augmentant avec la durée de la fermentation. Elle est due, non seulement à l'acidité de la farine, dont l'acidité ionique varie autour de pH 5,8 pour une bonne farine, et dont l'acidité totale est de 0,013 à 0,04 pour 100 en acide sulfurique normal, mais aussi aux acides formés au cours de la fermentation par l'activité des germes contenus dans le levain, ferments pseudo-lactiques, B. coli, bacillus lactis aérogénès, mesentericus, perfringens, etc. etc.

On peut penser que les pains ronds sont plus susceptibles que les pains allongés de contenir les germes microbiens. Leur centre, en effet, est séparé de la température du four par une grande épaisseur de pâte dont la température va sans doute en décroissant de la périphérie au centre. Cette mie centrale est-elle toujours portée à une température suffisante et pendant une durée assez longue pour que le pain soit bien cuit et les germes de la pâte détruits ?

LA CUISSON DU PAIN

La pâte, une fois fermentée, est découpée en morceaux de poids déterminé pour chaque pain que l'on veut obtenir.

Pour la cuisson du pain, deux facteurs importants interviennent. Ce sont : la forme du pain et son volume.

Autrefois, les pains étaient ronds le plus souvent, ou allongés. Actuellement, la plupart des pains sont allongés, les pains ronds ne sont plus recherchés. La boulangerie viennoise vend des pains en couronne.

Le volume du pain est important à considérer du point de vue de la cuisson. Le poids varie entre 300 grammes et deux kilogrammes. A la campagne, on fait encore des miches énormes, rondes, de 3 et 4 kilogrammes.

La température du four varie autour de 250°. Quelles transformations subit le pain sous cette influence ? La pâte mise au four est molle, le pain retiré du four est dur. A quoi tient cette transformation ?

Avant que le pain n'ait pris une certaine solidité, il faut compter de 15 à 20 minutes. Il n'est pas encore cuit, seule sa croûte est solidifiée en surface.

On a calculé, en supposant la pâte à la température initiale de 20°, qu'il faut, pour la transformer en pain, lui fournir, par kilo de pain à obtenir, environ 300 grandes calories. Cette quantité de chaleur doit être fournie à température beaucoup plus élevée qu'il n'est nécessaire pour la cuisson des aliments ordinaires, parce que la pâte doit à la périphérie se transformer en croûte, c'est-à-dire en matière à demi caramélisée. C'est vers 200° que les substances hydrocarbonées humides commencent à subir nettement cette

modification ; c'est donc cette température que doit atteindre la croûte.

L'évaluation de la température du four, facile dans des expériences scientifiques, est au contraire très difficile dans la pratique. On s'en rapporte alors à l'expérience de l'ouvrier qui juge à l'inspection de la couleur de la croûte, à l'impression de la chaleur sur la main et à d'autres indices dépourvus de précision scientifique, si le four est au point convenable.

Que se passe-t-il pendant la cuisson ? La température de la pâte ne s'élève que lentement ; or, la température superficielle est très élevée. La croûte se forme. D'abord, la température est favorable à la fermentation ; le pain gonfle sous l'influence du gaz carbonique produit par les fermentations. Le pain devient plus bombé.

La température, continuant à s'élever, devient bientôt impropre aux fermentations produites par les ferments vivants, levures et bactéries ; le gaz carbonique ne se produit plus. Mais alors, l'amidon chauffé en présence de l'eau, commence à se transformer en empois. L'activité des diastases augmente alors jusque vers 70°, et diminue ensuite progressivement.

Enfin la température d'ébullition de l'eau est atteinte, de la vapeur se forme dans la pâte. La vapeur contenue dans la croûte s'échappe ; la vapeur de la pâte, retenue par la ténacité du gluten, dilate les cellules faites par l'acide carbonique. La pâte ainsi levée devient de la mie.

A mesure que se prolonge la cuisson, la mie ne perd de son eau que dans les parties voisines de la croûte. Au centre, la température de l'ébullition se maintient jusqu'à la fin.

Que se passe-t-il à la périphérie du pain ?

La partie toute superficielle est presque complètement desséchée, la température s'élevant progressivement jusqu'à celle du milieu ambiant, c'est-à-dire 200° environ ; le gluten brunit, la croûte se forme et va en s'épaississant aux dépens de la mie. La croûte ne doit pas être trop dure, ni trop brune. Il faut donc modérer la température et la dessiccation. On veille à ce que la température ne dépasse pas 300° au moment de l'enfournement, et on injecte de la vapeur d'eau dans le moufle lorsque le pain est encore

froid, ou bien on humecte d'eau la surface du pain au moment de l'enfournement. La vapeur d'eau se dépose sur les pains, transforme l'amidon en amidon soluble et dextrine, ce qui donne un beau vernis doré.

On comprend que les transformations énumérées sont plus rapides pour les petits pains allongés, minces et d'un petit diamètre, que pour les miches de trois ou quatre kilogrammes. De plus, la température centrale d'un petit pain doit certainement s'élever, dans le même temps, à un degré plus haut que le gros pain, dont la mie centrale n'atteint peut-être pas longtemps la température de 101°.

La durée de la cuisson varie selon la grosseur des pains, la nature de la pâte et la température du four. Si le four est très chaud, la croûte est brûlée, la mie, mal cuite, contient beaucoup d'eau.

La perte d'eau à la cuisson subit de grandes variations suivant la consistance de la pâte, la forme et le poids des pains. Dans la pesée de la pâte au sortir du pétrin, le boulanger tient compte de cette déperdition.

A la sortie du four, que se passe-t-il ?

Le refroidissement se produit rapidement ; la vapeur d'eau se condense en eau, sans que les cavités se rétrécissent, grâce à la résistance du gluten qui, par la cuisson, a perdu sa plasticité. Le gaz carbonique s'élimine peu à peu par simple diffusion. Pendant cette période dite de ressuage, le pain perd encore 2 °/₀ de son poids. Ce n'est que six heures après que le pain peut être livré à la consommation.

Telles sont les transformations que subit le pâton avant de devenir un pain. Que deviennent, au milieu de ces diverses opérations, de ces réactions chimiques et physiques, les germes et les levures du pain ? C'est ce que nous allons voir maintenant.

TENEUR DES PAINS EN BACTÉRIES

Nous venons de voir à quelles températures sont portées la mie et la croûte du pain. La croûte portée à 200° environ contient-elle des germes microbiens ? A coup sûr, elle n'en contient pas, car aucun germe, sporulé ou non, sous quelque forme que ce soit, ne peut résister à une température supérieure à 115°.

La mie dont la température maxima, au centre d'un gros pain par exemple ne dépasse pas 100° à 101°, pendant 10 à 15 minutes, est-elle stérile à la sortie du four ?

D'après L. Boutroux (1897), la température de 100-101 degrés maintenue pendant plusieurs minutes dans un milieu humide élimine à coup sûr toute une catégorie de microbes parmi lesquels se trouvent tous les microbes pathogènes connus.

« Aussi, quand même on aurait pétri la pâte avec une eau chargée des germes de la fièvre typhoïde, du choléra, de la dysenterie, de la scarlatine, etc.. on peut être sûr que le pain ne retiendra aucun de ces germes».

Mais il ajoute aussitôt que cette température peut laisser subsister les spores de certains microbes.

Le même auteur fait de plus une remarque d'un intérêt capital, remarque résultant des expériences de Pasteur en 1861, de Chamberland, de Balland et Masson.

Nous ne pouvons moins faire que de rapporter en détails les expériences de ces auteurs illustres.

Dès 1861, Pasteur a montré que la température de 100° appliquée à un milieu de cultures de bactéries tue les germes de tous les microbes si le milieu est acide, et les laisse subsister si le milieu est neutre.

Pasteur porta à l'ébullition pendant quelques minutes du moût

de raisin, liquide acide ; par la suite, ce moût de raisin resta stérile. Il fit la même expérience avec du lait, liquide neutre, et le vit peu à peu s'altérer, sous l'influence des germes qui avaient résisté. Il faut une température de 115° pendant quelques minutes pour tuer sûrement tous les germes contenus dans un liquide neutre.

M. Chamberland, étudiant de plus près l'influence de l'acidité sur la stérilisation des liquides par la chaleur, a constaté que, si l'on ajoute à un liquide neutre des doses progressivement croissantes d'acide, on arrive à une certaine dose telle que le liquide acide, après avoir été maintenu quelques minutes à 100°, est devenu indéfiniment conservable, bien qu'il contienne encore des spores vivantes. Les spores, incapables de germer dans le milieu acide qui les contient, germent si l'on vient à les semer dans un liquide nutritif neutre.

Pour ce qui a trait au pain, l'effet de la cuisson sur la vitalité des germes qu'il renferme dépend de l'acidité de la pâte, puisque celle-ci n'est jamais portée à une température qui soit mortelle, pour tous les germes en milieu neutre.

Or, l'acidité de la pâte est très variable.

Elle est presque nulle quand la pâte a été pétrie sur levure, elle est toujours notable dans la pâte pétrie sur levain. Dans la pâte sur levain, au moment de la mise au four, l'acidité est comprise entre 1 gramme 50 et 2 grammes d'acide sulfurique par kilogramme (Balland). Après cuisson la stérilisation d'un tel pain est assurée.

MM. Balland et Masson, ayant semé aseptiquement des fragments de mie de pain dans des milieux de cultures neutres, ont vu que, pour le pain fait sur levure, les bouillons ne demeuraient pas stériles et que, au contraire, ils le demeuraient presque toujours pour les échantillons de pain sur levain.

Boutroux ajoute : « On ne peut donc pas compter sur l'innocuité des bactéries de la pâte au point de vue de la conservation du pain. Et en fait, M. Laurent a rencontré du pain qui, une fois cuit devenait visqueux sous l'influence du développement d'un bacille qui provenant de la pâte avait survécu à la cuisson». Nous savons maintenant que ce bacille est le mésentéricus.

Les expériences anciennes mettant en relief l'influence de l'acidité du milieu sur le développement des germes, n'ont été reprises que tout récemment, en y ajoutant une notion nouvelle, celle du pH.

Entre temps, divers auteurs se sont efforcés à préciser certains points concernant la température intérieure du pain par exemple. Aimé Girard place des thermomètres à maxima à l'intérieur de pain de 750 grammes et de 1 kilo de forme longue, pendant quarante-cinq minutes, à une heure, et une heure un quart. Il note des températures de 97° à 100° ; parfois de 101°.

M. Balland en 1893, place dans les pains des alliages fusibles à des températures voisines de 100°. Il obtient les mêmes résultats.

Cet auteur conclut que dans les gros pains, si la cuisson est imparfaite, la température est inférieure à 100°.

En 1909, Marchand fait à la Boulangerie centrale des Hôpitaux de Paris, diverses expériences :

1.)— Le bacille lactique présent dans la pâte au début de la panification survit à la cuisson dans des pains de 1 à 2 kilos de forme longue, de cuisson satisfaisante. On peut en déduire que les germes dont la vitalité est proche de celle du bacille lactique (par exemple le bacille typhique) résistent normalement dans les pains de 2 kilos ;

2.)— Faisant les mêmes expériences avec le B. coli, il retrouve ce microbe dans le pain.

C'est surtout dans le pain d'un poids égal ou supérieur à 2 kilos que les bacilles lactiques, les moisissures et le coli sont retrouvés.

Et Marchand de conclure « en cas d'épidémie de fièvre typhoïde, le pain ayant subi une cuisson insuffisante et pour la préparation duquel il a été employé de l'eau contaminée, dans certains cas, est devenu un agent de la fièvre typhoïde».

En 1905, Kayser trouve que les bactéries sont tuées à 100°, que les spores résistent à moins que la pâte ne soit très acide.

D'après Lemoine (1921), la température élevée à laquelle sont soumis les pains, détruit les levures et les microbes. Il pense que l'intérieur d'un pain de bonne qualité est stérile. Mêmes conclusions de Rathery et de Courmont en 1921. Pour ce dernier, la

température intérieure du pain ne dépasse pas 70°, 80°, 90°, ce qui expliquerait la survivance possible, dans la mie du pain, des microbes contenus dans l'eau de panification.

Rouget et Dopter en 1906 admettent que la température du pain, à l'intérieur n'atteint pas 100°. Pour Vallin, cette température est à peine de 55°.

En somme, toutes ces opinions sont contradictoires, quelquefois même, elles ne semblent pas basées sur des expériences précises.

Tout récemment, au Laboratoire Municipal de Biologie de Bordeaux, M. Dangoumau a repris ces expériences. En voici le résumé :

Cet auteur expérimenta sur deux séries de pains.

La première série était constituée de pains de 750 grammes environ, pains de fantaisie vendus en ville pour des pains de un kilogramme.

La deuxième série comprenait des pains de 2 kgs. Les thermomètres utilisés furent des thermomètres à maxima en verre recuit, contrôlés depuis peu par les méthodes courantes, avec toutes les précautions usuelles du contrôle.

Voici comment l'auteur procéda pour les pains de 750 grammes.

Les thermomètres furent introduits dans les pâtons, en leur centre ; les pâtons furent enfournés. De sept minutes en sept minutes, un pâton était retiré du four, dont la température intérieure était portée à 247° 5, ce qui fut vérifié par un thermomètre placé dans les conditions convenables.

Après 21 minutes, le pain, retiré du four, fut ouvert ; le thermomètre était en bonne place au centre du pain. La température centrale était de 97° 5.

Après 35 minutes, la température était de 100°.

Après 49 minutes, la température était encore de 100°.

Il faut donc aux pains de 750 grammes, 25 minutes au moins avant que leur partie centrale atteigne 100°. Cette température de 100° persiste au moins 25 minutes avant la cuisson complète.

La température du pain ne dépasse pas 100°, au moins dans les conditions où l'auteur s'est placé, c'est-à-dire avec un four de volume réduit représentant la moitié d'un four de boulangerie ordinaire.

Pour les pains de 2 kgs, l'auteur procéda de la même manière, le four étant à 250°.

Il fallut 35 minutes environ pour que la température centrale du pain atteigne 100°. Pour obtenir une cuisson complète, le pain doit rester 25 minutes environ à 100°.

*
* *

Autrefois, les conditions de panification étaient les suivantes : travail sur levain, pétrissage à bras par le geindre, acidité élevée des pâtes, chauffage irrégulier des fours.

Actuellement, pétrissage mécanique, travail sur levure, acidité de titration faible, chauffage régulier des fours.

Voyons donc les résultats obtenus dans les conditions actuelles de la panification.

Auparavant, nous voudrions insister sur une notion nouvelle dont l'importance est grande en matière de panification.

Le dosage de l'acidité totale est une remarque intéressante, mais c'est un procédé un peu grossier. La recherche de l'acidité ionique a conduit à des résultats plus captivants. Ces expériences sont, en matière d'hygiène alimentaire, de date récente. De plus, la grande complexité chimique des aliments que nous consommons les rend peu propres aux mesures colorimétriques. Aussi est-ce la méthode électrométrique qui est la plus habituellement employée pour cette étude.

Il n'y a pas de rapport exact entre l'acidité de titration et l'acidité ionique : par exemple, le jus de fraise a un pH plus bas (plus acide) que le citron ; par contre, l'acidité totale du citron est environ cinq fois celle de la fraise. Observation analogue en ce qui concerne l'orange et le raisin.

Nous avons déjà parlé des recherches de Lœb sur le pH des farines et la relation qui existerait entre l'acidité et la qualité des échantillons. Une farine de bonne qualité a un pH de 6 environ ; une farine douteuse, un pH de 5,7 ; une farine impanifiable, un pH de 5,6 et au-dessous. Etudiant, au moyen de l'appareil de Chopin, la plasticité des pâtes en fonction du pH, il arrive à déterminer la valeur d'une farine au point de vue de la panification.

L'importance de la réaction du milieu de culture en bactériologie est ancienne. On savait que les germes ne pouvaient se développer en des milieux trop alcalins ou trop acides ; au contraire, les milieux neutres paraissaient plus propres à leur prolifération.

Clark critiqua cette méthode et en montra la grossièreté. On sait aujourd'hui que chaque espèce microbienne, indépendamment du milieu où elle est cultivée, possède un pH optimum situé entre deux pH limites.

Par exemple, le pH optimum du bacille de Koch est situé entre 6,8 et 7,2 ; celui du bacille d'Eberth a les mêmes caractéristiques, mais les pH limites sont 4,47 et 8, les pH optimum étant situés entre 6 et 7.

En ce qui concerne les pains, voici quelques chiffres que l'on peut retenir. Balland, dans son livre «Les Aliments», donne pour l'acidité totale des pains les chiffres suivants :

Pains sur levure ordinaire : 0 gr. 166 à 0 gr. 147 pour cent en acide sulfurique ;

Pains sur levure : 0 gr. 039 à 0 gr. 049 ;

Pains sur levures et levain : 0 gr. 08 à 0 gr. 091.

Nous voyons déjà qu'un pain sur levain est cinq fois plus acide que le pain sur levure, du moins en ce qui concerne l'acidité totale.

Le pH des pains fabriqués actuellement a été déterminé récemment. Voici les chiffres que M. Dangoumau a obtenus :

Le pH du pain sur levure varie entre 5,6 et 5.8 ; très rarement le pH s'est élevé à 6.

Pour les pains sur levain, le pH est beaucoup plus bas, c'est-à-dire plus acide : il varie de 4,4 à 4,6.

Si donc nous nous reportons au pH optimum du bacille d'Eberth par exemple, nous voyons qu'il est situé très près du pH normal du pain sur levure.

On peut inférer que ce germe n'est ni détruit ni atténué par l'acidité du pain sur levure.

Nous pouvons donc déduire *à priori* de ces expériences que la pâte et le pain sur levures, de réaction presque neutre, doivent contenir plus de spores et de germes microbiens que la pâte et le

pain sur levain dont l'acidité totale est plus grande et le pH plus bas.

*
* *

Est-ce que les résultats de l'expérience correspondent aux données théoriques ?

Nous allons nous baser, pour le démontrer, sur deux ordres de faits : d'une part les expériences faites au Laboratoire d'Hygiène de la Faculté de Médecine de Bordeaux à l'instigation du Professeur Leuret, sur la résistance du Bacille tuberculeux dans le pain (travail de M. le Professeur Agrégé Piéchaud et J. Bentegeat), et, d'autre part, sur les expériences tendant à l'isolement du mesentericus dans du pain apparemment sain.

Voici un résumé des expériences de MM. Piéchaud et Bentegeat sur la résistance du bacille tuberculeux dans le pain.

Parmi les nombreux travaux qui ont essayé d'élucider cette question très controversée, il faut citer ceux de Roussel (Revue de l'Intendance Militaire, Annales d'Hygiène Publique et de Médecine légale, 1907, T. VIII, pages 443-450) et ceux d'Auché (Société de Biologie, 4 Mai 1904), dont les conclusions sont opposées.

Auché met des crachats contenant du Bacille de Koch dans des pains dont le plus gros est de 2 kilos. Après cuisson, il délaie une partie de ce pain dans du bouillon stérilisé. Au microscope, il retrouve les B. K., mais l'inoculation de ce pain aux cobayes est négative. L'auteur pense que la cuisson du pain détruit généralement les B. K. contenus dans la pâte, sauf dans les gros pains de campagne et dans les fournées mal cuites.

Roussel incorpore des cultures très virulentes dans des pâtons. Après cuisson, des cultures en milieu glycériné étaient faites à partir des pâtons ouverts aseptiquement. Injectés dans le péritoine du cobaye, les bouillons de culture tuberculisaient cet animal, et Roussel de conclure : « le B. K. conserve sa virulence après avoir subi la température de cuisson du pain ».

MM. Piéchaud et Bentegeat ont employé des B. K. provenant de cultures et de crachats ; les pains ont été divisés en deux séries :

pain sur levure et pain sur levain. Chacune des pâtes a reçu au cours du pétrissage 30 °/o de suspension bactérienne. Pour obtenir une plus grande densité microbienne, des fragments de pâte ont été ensemencés avec des crachats homogénéisés.

Après cuisson, le prélèvement des échantillons à examiner a été fait aseptiquement ; les échantillons ont été répartis dans des flacons contenant les uns du sérum physiologique, les autres une solution de soude à 5 °/oo, le tout placé à l'étuve pendant 48 heures.

Incidemment, les auteurs ont vu se développer dans les plaques de pain placé en sérum physiologique stérile, des cultures qui présentaient tous les caractères morphologiques et culturaux du bacillus mesentericus.

Après centrifugation, le culot a été utilisé pour l'examen microscopique, l'ensemensement et l'inoculation.

Au microscope, « Bien que l'on trouve sur d'assez nombreux frottis, des particules de formes très diverses et qui ont gardé le Ziehl, il n'est pas possible d'identifier des bacilles acido-résistants isolés et caractéristiques aussi bien pour les échantillons de pain sur levure que pour les pains sur levain ».

Après ensemencement, « de nombreux tubes ont été souillés à des degrés divers par des cultures de germes ayant résisté à la cuisson du pain ».

En général, il s'agissait de bacillus mesentericus.

Les cultures examinées au bout d'un mois n'ont montré aucun bacille acido-résistant.

L'inoculation au cobaye et l'inoculation au lapin ont été pratiquées.

Les auteurs ont retrouvé quelquefois une masse caséeuse au point d'inoculation et de rares ganglions. La culture et le Ziehl de ces levures ont été négatifs.

Voici leurs conclusions : « Nous pouvons conclure de toutes ces expériences que le pain doit se trouver indemne de bacille tuberculeux à la sortie du four. Les ensemencements massifs que nous avons pratiqués dans la pâte n'ont pas permis de retrouver les bacilles après cuisson. Une réserve s'impose en premier lieu ; un lapin au moins, inoculé avec le pain souillé de culture et de crachats a présenté un caséum au point d'inoculation, dans lequel, examen microscopique et culture n'ont pas permis de retrouver de germe, mais pour lequel nous regrettons de ne

pas avoir pratiqué la réinoculation ; peut-être aurions-nous obtenu des formes visibles par un nouveau passage. De plus, les pains sur lesquels nous expérimentions étaient de volume moyen et par conséquent peut-être plus exposés à la chaleur en leur centre que les gros pains de campagne.

Quoiqu'il en soit, nous pensons qu'actuellement la contamination des pains avant cuisson par des bacilles tuberculeux n'est pas à craindre.

Un dernier point méritait d'être discuté, et c'est cela qui motive nos essais sur des pains de fermentations différentes ; l'acidité du levain a-t-elle une influence bactéricide qui aide à l'action destructive de la chaleur?

Ce point perd de son intérêt puisque nous n'avons pas retrouvé de façon certaine le bacille après cuisson. Cependant, le lapin inoculé avec du pain sur levure + crachats + culture, est le seul animal qui ait présenté une masse caséeuse importante au point d'inoculation.

Un cobaye inoculé avec le même produit avait présenté de même une petite lésion d'aspect caséeux.

Aucun échantillon de pain sur levain, même celui qui contenait des crachats, n'avait provoqué la moindre lésion locale. Voici un faible argument — mais peut-être n'est-il pas négligeable ? — ajouté à la thèse des partisans du levain de jadis ».

Nous n'ajouterons rien à ces conclusions suffisamment explicites.

Nous ferons simplement remarquer que, au cours de ces expériences sur la résistance du B. K. dans le pain, dans certains flacons contenant du pain sur levure, sont apparues des cultures, sous forme d'un voile, qui liquéfiaient le pain immergé à l'intérieur et qui présentaient tous les caractères morphologiques et culturaux du bacillus mesentericus.

Les échantillons de pain sur levain, par contre, sont restés indemnes de tout germe.

Voici donc un premier groupe de faits tendant à prouver que le pain sur levure n'est pas aussi aseptique que le pain sur levain.

Voyons maintenant un deuxième groupe de faits amenant aux mêmes conclusions.

En septembre 1936, M. Dangoumau, Directeur du Laboratoire Municipal de Biologie, recevait d'un boulanger d'Antibes des échantillons de pain fabriqué directement sur levure avec prière de bien vouloir identifier la maladie qu'il constatait tous les étés dans son pain et indiquer si possible les moyens d'y porter

remède. La mie de pain se ramollissait, se fluidifiait et dégageait une odeur infecte.

Après examen et étude approfondie de ces échantillons, M. Dangoumau conclut à l'infection du pain provoquée par le mesentericus, microbe de la mie filante, qu'il peut facilement cultiver.

Il soumit des souches au Laboratoire d'Hygiène et à l'Institut Pasteur qui identifièrent le bacille, confirmant ainsi ses conclusions.

De plus, M. Dangoumau ensemença avec des doses massives de la souche ainsi obtenue, de la levure et du levain, après 48 heures d'étuve en atmosphère humide ou sèche, la mie du pain fait avec le levain ensemencé était intacte, la mie du pain sur levure reproduisait les mêmes phénomènes d'infection que dans le pain d'Antibes. Ces mêmes résultats furent obtenus à plusieurs reprises.

Dans une autre série d'expériences, M. Dangoumau examina des pains prélevés dans les boulangeries de Bordeaux. La mie du pain sur levain était stérile, celle du pain sur levure redonnait du mesentericus.

Ces diverses constatations firent l'objet d'un rapport de M. Oraison, Membre de la Commission du bon Pain. à la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux, le 4 Décembre 1936.

Aussi, nous pouvons dire à coup sûr que le mesentericus résiste à la chaleur centrale du pain cuit dans les meilleures conditions, lorsque le pain est fabriqué directement sur levure.

Pourquoi le mesentericus résiste-t-il à la température de 101° ?

Prend-il la forme de spores pour résister à des conditions de vie défavorables ?

On sait, en effet, que les germes qui ne donnent pas de spores, et notamment les germes pathogènes tels que le B. typhique, le B. paratyphique, le vibrion cholérique, les B. dysentériques, le B. coli, le B. proteus et les B. pyocyaniques sont tués immédiatement à 100°, en quelques minutes à 80°, en une heure à 60°. Le germe de la tuberculose est détruit, ou tout au moins sa virulence très atténuée, en quelques minutes à 100°. Par contre, les microbes sporulés du tétanos, du charbon, etc., qui sont tués à l'état

filamenteux, résistent à l'état sporulé à 100° pendant plusieurs minutes. La température de 100°, étant maintenue pendant plusieurs minutes dans les pains, même petits, tous les bacilles pathogènes non sporulés sont détruits. Il semble que, même les bacilles sporulés contenus dans le pain sur levain, de réaction acide. sont détruits à la température de cuisson, tandis que les bacilles sporulés contenus dans le pain sur levure de réaction neutre résistent à la cuisson (1).

*
* *

Sur la croûte du pain, la même différence dans le développement de certains bacilles se retrouve selon l'acidité du pain.

En 1894, Troïtzki a ensemencé du bacille typhique sur la croûte du pain blanc et sur la croûte du pain de seigle (de réaction plus acide). Il a constaté que ce germe peut vivre 26 à 28 jours sur la croûte du pain blanc, et seulement 1 jour ou 2 sur la croûte du pain de seigle.

Ainsi, la pullulation des germes microbiens est entravée nettement par l'acidité de la pâte, acidité totale et acidité ionique. Il existe dans la pâte une acidité naturelle dont les agents sont les microbes du levain en perpétuelle fermentation. Ne pourrait-on pas donner à la pâte obtenue rapidement par la panification directe sur levure, une acidité artificielle ?

M. Gutlin, chimiste spécialisé dans la fabrication du pain, professeur à l'école professionnelle des boulangers de Bâle, a fabriqué un produit à base d'acide lactique naturel, produit qui donnerait à la panification sur levure certains des avantages de la panification sur levain, sans en avoir les inconvénients ?

L'idée paraît intéressante, et des recherches dans ce sens pourraient peut-être donner des résultats.

*
* *

Nous voyons donc que les données anciennes sont en concordance avec les données nouvelles, qui montrent que les germes

(1) Les caractères culturaux du bacillus mesentericus confié au Laboratoire d'Hygiène par M. Dangoumau le 23 Novembre 1936, ont été précisés et seront publiés ultérieurement.

microbiens se développent et survivent plus facilement dans les pains sur levure que dans les pains sur levain. Les recherches du Bacille de Koch dans le pain, les expériences sur le B. Mesentericus et les expériences de Troïtzki sont démonstratives.

*
* *

En somme, si l'on fait le bilan des progrès réalisés depuis quelques années, voici ce que le pain et, par suite le consommateur, a gagné grâce aux recherches récentes et aux procédés nouveaux de panification.

Le pain d'aujourd'hui est fait généralement avec des farines qui, depuis les dernières lois interdisant l'usage d'améliorants chimiques, sont supérieures celles de l'avant-guerre, sans être parfaites. Elles ne contiennent qu'une petite partie de grain de froment. Comme le grain de froment n'est pas un aliment complet pour l'homme, la farine qui en est extraite, même contenant tous les constituants du grain de blé, ne peut donner un pain qui serait un aliment complet. Le consommateur doit donc, en toute nécessité, rechercher ailleurs ce que le pain ne lui fournit pas ; d'où nécessité d'une nourriture variée, non exclusivement constituée de pain.

Le pétrissage mécanique a permis d'éviter des causes de contamination des pâtes d'origine humaine, et le travail rendu ainsi très homogène, très régulier jour et nuit, a libéré le geindre d'un travail pénible et le consommateur des microbes du geindre.

Les fours qui cuisent le pain répandent à leur intérieur une chaleur homogène, quelquefois même constante. La température est élevée. La partie centrale d'un pain dont le poids dépasse rarement un kilogramme, dont la surface est relativement grande, est portée à une température telle que les microbes non sporulés y périssent.

Voilà quelques progrès d'importance.

Mettons en parallèle les inconvénients qu'une fabrication trop hâtive semble valoir à la bonne hygiène du pain.

Les lois sociales interdisent le travail de nuit dans la boulangerie. Or, ces lois sociales sont tous les jours violées car il est impos-

sible que le pain fabriqué pour huit heures du matin soit travaillé pendant le jour.

Les lois sociales ont eu pour répercussion la recherche et la mise en pratique de procédés de fabrication rapide de la pâte. Elles ont abouti à la panification directe sur levure. Nous avons vu que la levure n'est pas stérile, qu'elle apporte quelquefois des germes microbiens dans sa masse. Ces germes peuvent être détruits par la cuisson s'ils ne sont pas sporulés, ou conservés malgré elle, s'ils sont sporulés. Il existe donc quelques dangers de ce point de vue là : danger de conservation du B. K., danger de conservation de germes pathogènes sporulés.

Nous savons, par contre, que la fabrication des pains sur levain donne des pains stériles. Il semble que l'on doive préférer ce dernier mode de fabrication, bien qu'il exige 6 à 8 heures de travail avant l'enfournement, au lieu que le travail direct sur levure n'en demande que 2 ou 3.

*
* *

Il est, enfin, un point sur lequel nous voulons maintenant insister un peu, c'est que depuis la plus haute antiquité, aucun progrès réel n'a été fait dans l'hygiène de la distribution du pain.

Nous avons vu, en effet, que la mie du pain est quelquefois aseptique. La croûte du pain sortant du four l'est à coup sûr. Elle devrait se conserver pratiquement telle si des manœuvres parfois répugnantes ne le transformaient en véritables véhicules des malpropretés et des germes microbiens pathogènes.

Marc Fouassier a fait avec le B. prodigiosus, des expériences intéressantes montrant que la croûte du pain peut être un milieu de culture pour les microbes que l'on apporte en le touchant avec les mains.

Ce que l'on sait des porteurs de germes sains permet de penser que la transmission de maladies infectieuses par l'intermédiaire du pain contaminé n'est pas impossible.

En ce qui concerne le B. typhique, le pain d'après Sacquépée, semble n'être qu'un véhicule.

Nous avons rapporté plus haut les expériences de Troïtzki en

1894, considérant les différences de développement de certains bacilles ensemencés sur le pain blanc et la croûte du pain de seigle. La différence de vitalité provient de ce que l'acidité du pain de seigle est plus forte que celle du pain blanc.

On cite le cas d'une boulangère qui contractant la typhoïde en 1894, donna la maladie à tous ses ouvriers nouvellement embauchés provoquant même la mort de l'un d'entre eux, etc...

Au sujet de la diphtérie, le Dr. Moreau, de Sens, signale en 1918, une épidémie de diphtérie qui, en quelques jours, occasionna quatre décès sur onze malades. Les premiers de ceux-ci furent un boulanger et sa femme ; tous les autres malades furent des clients de ce boulanger.

Dans ce cas le pain avait été contaminé en surface et avait servi de véhicule au bacille diphtérique.

Le pain exposé aux mouches n'est pas moins souillé.

Dans une boulangerie bien tenue, le client est invité à ne pas toucher d'autre pain que celui qu'il a choisi. Le syndicat de la boulangerie met d'ailleurs à la disposition de ses adhérents des pancartes portants cette prescription, et destinée à être placée en vue dans la boutique.

En dehors de la boulangerie, les consommateurs sont quelquefois la cause de la contamination de leur pain.

Chacun a fait certainement quelques observations sur ce sujet C'est tous les jours que l'on voit les pains plus ou moins enveloppés dans du papier de journal, déposés sur le trottoir au coin des portes, à côté du bidon de lait.

Citons, cependant, cet extrait d'un conte d'Henri Duvernois qui n'est certainement pas dépourvu de vérité :

«La rue s'éveillait. Une femme au tablier bleu déposa contre la grille le pain quotidien. Ce croûton, dont M. Ourdineau était particulièrement friand, trempait dans une mare suspecte. Un chien maigre et galeux s'approcha pour le flairer. Alors la femme prit le pain et en asséna un coup sur l'échine dartreuse de la pauvre bête.»

Nous n'en dirons pas davantage...

L'organisme humain semble doué d'une résistance extraordinaire à la contagion.

*
* *

Ainsi nous nous sommes efforcés de montrer que notre pain de tous les jours peut être stérile à son intérieur, à la condition qu'il soit fabriqué sur levain.

Mais à quoi servirait de revenir à cette coutume ancienne si les pains devaient être livrés à la clientèle sans que le boulanger ou le consommateur lui-même prit à son égard, les plus simples précautions d'une hygiène élémentaire ?

On a parlé récemment de livrer le pain dans des sacs en papier. L'idée nous paraît bonne. Bien sûr, cela augmenterait un peu le prix déjà élevé de cet aliment indispensable, mais combien d'enfants, combien d'adultes bénéficieraient de cette mesure ? Faut-il attendre que le public la réclame lui-même ? Le grand public, parce qu'il ne voit pas le danger, parce qu'il est négligent et routinier, s'intéresse peu à ces améliorations...

Enfin, à quoi servirait de livrer le pain dans des sacs en papier si, une fois chez lui, le consommateur le laissait exposé à des contaminations diverses : terre, mouches, animaux domestiques, etc. On touche généralement un pain, comme on toucherait une assiette, un livre, un objet quelconque... On le pose n'importe où...

Il faut donc apprendre au public combien le pain, par sa faute, peut lui causer de mal ; il faut lui apprendre à le toucher le moins possible, et surtout avec des mains parfaitement propres.

CONCLUSIONS

I. Il est difficile d'admettre qu'autrefois le pain était un aliment complet ; si l'on veut plaire au public, lui donner du pain blanc, d'ailleurs très digestible, mais quelquefois mal préparé, il faut renoncer à faire entrer dans la farine tous les éléments de l'assise protéique et du germe, dont la présence en quantité abondante, serait plus nuisible qu'utile à l'aspect extérieur, à la valeur nutritive et à la digestibilité des éléments du pain.

II. Malgré les améliorations évidentes apportées dans l'Hygiène de la fabrication du pain, suppression du geindre, pétrissage mécanique, il semble que la panification directe sur levure ne soit pas un progrès, parce que :

— Elle n'empêche pas le travail de nuit.

— La levure précipite les réactions biochimiques de la fermentation, entravant la prédigestion des éléments du pain.

— Elle risque d'apporter au pain des germes microbiens plus ou moins pathogènes.

— Elle fait de la pâte et du pain, des milieux de réaction voisine de la neutralité, condition éminemment favorable à la pullulation des germes, pathogènes ou non, ayant résisté à la cuisson.

La panification sur levain est préférable parce que :

— Malgré les germes du levain, (dont l'action est favorable à la fermentation panaire).

— Malgré la longueur du travail, la panification sur levain donne à la pâte et au pain une réaction acide qui, après cuisson, empêche la pullulation des microbes à l'intérieur du pain.

III. Si l'on veut que le consommateur mange du pain dépourvu

de microbes, il faut lui livrer du pain dont la mie et la croûte sont à l'abri des contaminations diverses.

Il faut de plus, lui apprendre que le pain doit être manipulé comme tout autre aliment, avec de grandes précautions.

SERMENT

En présence des Maîtres de cette Ecole, de mes condisciples, je promets et je jure d'être fidèle aux lois de l'honneur et de la probité dans l'exercice de la Médecine.

Je donnerai mes soins à l'indigent et n'exigerai jamais un salaire au-dessus de mon travail. Admis dans l'intérieur des maisons, mes yeux ne verront pas ce qui s'y passe ; ma langue taira les secrets qui me seront confiés, et mon état ne servira pas à corrompre les mœurs ni à favoriser le crime.

Reconnaissant envers mes Maîtres, je tiendrai leurs enfants et ceux de mes confrères pour des frères, et, s'ils devaient apprendre la médecine ou recourir à mes soins, je les instruirais et les soignerais sans salaire ni engagement.

Si je remplis ce serment sans l'enfreindre, qu'il me soit donné de jouir heureusement de la vie et de ma profession, honoré à jamais parmi les hommes ; si je le viole et que je me parjure, puissé-je avoir un sort contraire.

Vu :
Le Doyen,
P. MAURIAC.

Vu, bon à imprimer :
Le Président,
E. LEURET.

Vu et permis d'imprimer :
Bordeaux, le 29 Octobre 1937.
Le Recteur de l'Académie,
A. TERRACHER.

BIBLIOGRAPHIE

Abelin (J.).— Biochem Zeitsch, Bd. CCXV. S. 162-190, 1928.

Arnould.— Revue d'Hygiène, 1907.

Arpin et Mlle Bastide.— Le problème du pain. La Meunerie française, janvier 1937, p. 10.

Auché.— Com. de la Soc. de Biol., 4 mai 1909.

Balland.— Les Aliments, 1907, p. 213.

Balland.— C. R. Acad. de Sciences, 1893.

Belli.— C. R. Soc. de Biol., 26 juillet 1918, p. 807-810.

Boutroux (Léon).— Le pain et la panification, Baillière, 1897.

Chamberland.— Ann. Scientif. de l'Ecole Normale Super., 1878.

Chicaudar.— La fermentation panaire, octobre 1883.

Courmont.— Précis d'Hygiène, 1921.

Cuvier (Dr G.).— L'Extraction de la farine et la Panification normale. Journ. Méd. de Bordeaux, n° 14, 1931.

Dangoumau (A.).— Jour. Méd. de Bordeaux, 4-11 septembre 1937, n° 36-37.

Dangoumau (A.).— Recherches sur l'insaponifiable de l'huile de froment, 1935. Delmas éditeur, Bordeaux, p. 63.

Dangoumau (A.).— Action sur le Rachitisme expérimental des pâtes de froment irradiées. Journ. Méd. de Bordeaux, 10 décembre 1934.

Devillers.— Détermination du résidu indigestible. C. R. Acad. des Sciences, 29 avril 1918, t. 166 p. 700.

Fleurent (Emile).— Le pain de Froment, 1911. Gauthier-Villars.

Fenivessy (B.) et Dienes (Budapest).— Le pain boulanger est-il stérile ? Bulletin de l'I.P., 1911, p. 919.

Fouassier (Marc).— Rev. d'Hyg. et de Méd. prevent., mai 1930,

Fuhrmann (Franz).— Sur les agents provocateurs de la viscosité du pain. Bulletin de l'I.P., 1906, p. 357.

Galippe et Barré.— Le pain, 1895, Masson.

Giovanni Caramanos.— Bulletin de l'I.P., 1915, p. 323.

Girard et Lindet.— Le Froment et sa mouture, Paris.

Graham.— Chimie de la Panification.

Guérin.— Thèse, 1899, Paris.

Kayser et Delaval.— Contribution à l'étude du pain visqueux. C. R. Acad. des Sciences, 1911, p. 1075.

Kayser (E.).— Microbiologie agricole, p. 295.

Kauffmann-Cosla et Vasilco (O). — Etudes exper. sur le rôle du pain blanc dans l'aliment. Arch. des mal. de l'app. digestif et des mal. de la Nut., 1932, n° 3, p. 261.

Kauffmann-Cosla, Vasilco (O.) et Geriu (Simon).— Etudes exper. sur le rôle du pain blanc dans l'aliment. Arch. des mal. de l'app. digestif, juin 1934, n° 6, p. 625.

Koser.— Bacillus Welchi dans le pain. Bulletin de l'I.P., 1923, p. 535.

Labat.— Le pain chimique. Jour. Méd. de Bordeaux, 1931, n° 14.

Labbé (Marcel),— Aliments et médicaments, Masson Paris, 1930.

Lamarque (Dr P.).— Gaz. Hebdom. des Sciences Médicales, 1936, nos 3 et 4.

Lapicque et Liacre.— Digestion des cell. à aleurone incorporées dans le pain actuel. C. R. de la Soc. de Biol., 9 mars 1918.

Laveran.— C. R. du Conseil d'Hygiène et de Salubrité, 1909, p. 567.

Le Médecin de France.— Septembre 1935, n° 17.

Lidner.— Bulletin de l'I.P., 1908, p. 162.

Lindet.— Dans quelle mesure la Science et l'Hygiène peuvent-elles améliorer l'art du boulanger ? Rev. d'Hygiène, 1910, p. 369.

Little.— Journ. Amer. med. Assoc., t. LVIII, 1912, p. 202.

Carrison (Mac).— Indion Journal med. researcht. XVII, 1930, p. 667.

Collum (Mac) and Davis.— Jour. Biol. chem. t. XXI, p. 179, 1915.

Magendie.— Cité d'après Cù Funck Die Vitamine, Bergman Berlin, 1922.

Mege-Mouriès.— C. R. Acad. des Sciences, t. 37, p. 351,
t. 38, p. 305
t. 46, p. 126.
t. 54, p. 445.

Neumann.— Vierteljahrsch für ger. med. Bd. LVII s I, 1919.

Oraison.— Gaz. Hebdom. des Sciences Médicales, n° 1, Janvier 1937.

Pasteur-Vallery-Radot et Barrieu.— Soc. med, des Hop. de Paris, 1er octobre 1924.

Neveu (Dr Raymond). — La fabrication du pain dans l'antiquité gréco-romaine. Pro. médico 1931, n° 3.

Roussel (J.).— Revue du Service de l'Intend. milit., 1907.

Séligmann (E.).— Bactériologie du pain visqueux. Ann. de l'I. P. 1919, p. 526.

Verain (Marcel) et Chaumette (Jean).— Le pH en biologie. 1930. Masson, éditeur.

Violle (M.).— Rev. d'Hyg. et de Méd. prév. Juin 1930.

Zlataroff.— Sur la mycologie du fruit de Cicer arietinum. Centrable f. Bakter. II t. XXXVIII, 1913.

Imp. BOEHLINGER, St-André-de-Cubzac.